



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Elaboración de ladrillos a base de vidrios desechables, Lima -  
2021**

**TESIS PARA OTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORES**

Alvarado Susaníbar, Carlos Ernesto (código ORCID 0000-0001-7563-7960)

Terán Mejía, Cecilia Isabel (código ORCID 0000-0002-1243-2623)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (Código ORCID 0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA –PERÚ

2021

### **Dedicatoria**

Dedico este proyecto de investigación principalmente a Dios, que me ha permitido mantenerme con buena salud pese a las circunstancias en las que vivimos hoy en día.

A mi madre, la persona que me ha apoyado en todo momento, me ha alentado y brindado fortaleza a lo largo de mi formación profesional.

Terán Mejía, Cecilia

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, quien me ha permitido seguir adelante ante cualquier dificultad.

A mi madre por la paciencia y los consejos para lograr mis objetivos en esta etapa profesional.

Agradecer al asesor Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo por el apoyo y exigencia en este proceso de investigación.

Terán Mejía, Cecilia

## Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Índice de abreviaturas.....	viii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2 Variables y operacionalización .....	16
3.3 Población, muestra y muestro .....	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5 Procedimiento. ....	19
3.6 Método de análisis de datos.....	22
3.7 Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS .....	24
VI. CONCLUSIONES.....	52
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	



## Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de cemento.....	7
Tabla 2. Composiciones química del vidrio.....	13
Tabla 3. Reciclaje por colores.....	14
Tabla 4. Marco legal.....	15
Tabla 5. Cantidad de muestras de ladrillo.....	21
Tabla 6. Cantidad de ladrillo según su análisis y días.....	21
Tabla 7. Instrumento y recolección de datos.....	17
Tabla 8. Validación de expertos.....	22
<b>Tabla 9.</b> Análisis granulométrico de las botellas de vidrio triturado.....	24
<b>Tabla 10.</b> Ensayo de variación dimensional a los 14 días de vida .....	25
<b>Tabla 11.</b> Ensayo de variación dimensional a los 28 días de vida.....	26
<b>Tabla 12.</b> Ensayo de alabeo a los 14 días de vida.....	27
<b>Tabla 13.</b> Ensayo de alabeo a los 28 días de vida .....	28
<b>Tabla 14.</b> Ensayo de absorción a los 14 días de vida .....	29
<b>Tabla 15.</b> Ensayo de absorción a los 28 días de vida .....	30
<b>Tabla 16.</b> Ensayo de compresión en unidad de albañilería a los 14 días de vida.....	31
<b>Tabla 17.</b> Ensayo de compresión en unidad de albañilería a los 28 días de vida.....	32
<b>Tabla 18.</b> Ensayo de compresión en pilas de albañilería a los 14 días de vida.....	33
<b>Tabla 19.</b> Comparación de resultados con la Norma E.070 .....	33
<b>Tabla 20.</b> Ensayo de compresión en pilas de albañilería a los 28 días de vida.....	34
<b>Tabla 21.</b> Comparación de resultados con la Norma E.070 .....	34
<b>Tabla 22.</b> Ensayo de variación dimensional a los 14 días de vida .....	35
<b>Tabla 23.</b> Ensayo de variación dimensional a los 28 días de vida .....	36

<b>Tabla 24.</b> Ensayo de alabeo a los 14 días de vida .....	37
<b>Tabla 25.</b> Ensayo de alabeo a los 28 días de vida .....	38
<b>Tabla 26.</b> Ensayo de absorción a los 14 días de vida .....	39
<b>Tabla 27.</b> Ensayo de absorción a los 28 días de vida .....	39
<b>Tabla 28.</b> Ensayo de compresión en unidad de albañilería a los 14 días de vida.....	40
<b>Tabla 29.</b> Ensayo de compresión en unidad de albañilería a los 28 días de vida.....	41
<b>Tabla 30.</b> Ensayo de compresión en pilas de albañilería a los 14 días de vida.....	42
<b>Tabla 31.</b> Comparación de resultados con la Norma E.070 .....	42
<b>Tabla 32:</b> Ensayo de compresión en pilas de albañilería a los 28 días de vida	43
<b>Tabla 33.</b> Comparación de resultados con la Norma E.070 .....	43
<b>Tabla 34.</b> Compilación de los resultados de la Dosis 1:3:2 .....	44
<b>Tabla 35.</b> Compilación de los resultados de la Dosis 1:3:3 .....	45
<b>Tabla 37.</b> Promedio de los resultados de la dosis 1:3:3 .....	47
<b>Tabla 38.</b> Clasificación de los ladrillos con proporciones de 1:3:2 y 1:3:3 .....	48

## Índice de figuras

Figura 1. Ladrillos macizos .....	8
Figura 2 Modelo de ladrillos huecas .....	8
Figura 3 Modelo de ladrillos tubulares.....	8
Figura 4 Partes del ladrillo.....	10
Figura 5 Medición del alabeo .....	10
Figura 6 Elaboración de ladrillos a base de vidrio desechable .....	19
Figura 7. Curva granulométrica con respecto al % de vidrio que pasa a las mallas del tamiz.....	26

## **Índice de abreviaturas**

N.T.P : Norma Técnica Peruana

$f'_b$  : Resistencia a la compresión

$f'_m$  : Resistencia a la compresión por pilas

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación consistió en la elaboración de ladrillos a base de vidrios desechables iniciado en el mes de enero con el proceso de recolección de botellas de vidrio en buen estado y restos de vidrios oscuros y transparentes, en tiendas distribuidoras de gaseosas y bebidas alcohólicas, así como de vecinos y familiares de los distritos de San Juan de Miraflores y Santa Anita – Lima. Previo a la elaboración de los ladrillos se analizaron sus características físicas de los vidrios desechables, posterior a ello se elaboraron 180 ladrillos, en la cual determinó la proporción adecuada del diseño de mezcla, finalmente se analizó las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos, elaborados a partir de vidrios desechables, en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería. El diseño de investigación fue experimental y el tipo de investigación aplicada, teniendo como variable independiente el vidrio desechable y como variable dependiente el ladrillo. La muestra correspondió a 252 kg de vidrio reciclado triturado (12.6 kg por balde), siendo igual a 20 baldes de 18Lt y para el muestreo se tomó 5 kg de vidrios triturado llevados al laboratorio de Ensayo de Materiales- UNI, para el análisis de granulometría por tamizado. Teniendo los resultados, se compararon con la NTP 400.012 en donde se determinó que si cumplía con el tamaño de un agregado grueso (grava). Con ello pudo elaborar 180 ladrillos a base de 252 kg de vidrios desechables triturados y de las dos dosis que se usó, la más óptima fue el de 1:3:2.

Palabras clave: Reciclaje, botellas de vidrio, vidrio triturado, ladrillo concreto

## **Abstract**

The present research work consisted in the elaboration of bricks based on disposable glass, which began in January with the process of collecting glass bottles in good condition and remains of dark and transparent glass, in stores distributing soft drinks and alcoholic beverages, as well as neighbors and relatives of the districts of San Juan de Miraflores and Santa Anita - Lima. Prior to the elaboration of the bricks, the physical characteristics of the disposable glass were analyzed, after which 180 bricks were elaborated, in which the adequate proportion of the mixture design was determined. Finally, the physical and mechanical properties of the bricks, elaborated from disposable glass, were analyzed in the Materials Testing Laboratory of the Universidad Nacional de Ingeniería (National University of Engineering). The research design was experimental and the type of research was applied, having as independent variable the disposable glass and as dependent variable the brick. The sample corresponded to 252 kg of crushed recycled glass (12.6 kg per bucket), being equal to 20 buckets of 18Lt and for the sampling 5 kg of crushed glass were taken to the Materials Testing Laboratory - UNI, for the analysis of granulometry by sieving. Having the results, they were compared with the NTP400.012 where it was determined that if they complied with the size of a coarse aggregate (gravel). With this, 180 bricks could be made from 252 kg of crushed disposable glass and of the two doses used, the most optimal was 1:3:2.

**Keywords:** Recycling, glass bottles, crushed glass, concrete brick

## **I. INTRODUCCIÓN**

La sociedad de hoy en día es consumista, donde satisface sus necesidades, adquiriendo productos, alimentos o ropas que al final son desechados, generando una contaminación ambiental. Por ello se busca concientizar a la población con el reciclaje, para lograr minimizar los efectos negativos a causa de la generación de residuos.

Los países de Europa, consideran al vidrio como un material valioso, pues lo usan para la fabricación de subproductos, permitiendo disminuir la contaminación que aqueja al medio ambiente y a la salud (Wang, 2019). Suecia ha conseguido el 90% del reciclaje de vidrios, ellos invierten en contenedores de botellas y se preocupan en la concientización de los consumidores, además brindan materia primaria secundaria de alta calidad (Adalberto et al., 2018).

Perú no cuenta con una buena gestión de residuos sólidos, tan solo el 1.9% de estos son re-aprovechables, siendo plásticos, vidrios, cartones, entre otros residuos. (MINAM, 2018).

En Lima se genera un promedio de 8202 toneladas /día de residuos y se prevee que para el 2034 esta cantidad se duplique (Correo, 2016). La producción de residuos según las zonas, son las siguientes: Lima centro 0.71 kg/día por habitante, Lima Norte con 0.65 kg/día por habitante, Lima este con 0,63 Kg/ día por habitante y en Lima sur con 0.59 kg/día por habitante (El Comercio, 2020).

Los vidrios llegan a ser muy nocivos para el medio ambiente, siendo que; los vidrios blancos tardan más de 4 mil años en descomponerse (Yang, 2020). Al no tener una cultura de reciclaje, estos son dispuestos directamente en bolsas de basura y muchas veces rotos, ocasionando cortes en personas encargadas del recojo o incluso, al encontrarse en la intemperie, puede ocasionar daños a cualquier otra persona ajena a esta labor (Reyes y Pallegriani, 2015)

Con la problemática mencionada se plantea la siguiente pregunta general; ¿Se podrá elaborar ladrillos a base de vidrios desechables? Y como preguntas específicas se tiene; ¿Cuáles serán las características físicas de los vidrios desechables para la elaboración de los ladrillos?, ¿Cuál será la proporción de vidrios desechables para elaborar ladrillos?, ¿Cuáles son las características

físicas y mecánicas de los ladrillos que han sido elaborados a partir de vidrios desechables?

Es importante abordar este tema porque a partir de la problemática se ha planteado soluciones sostenibles para el medio ambiente, donde se reaprovechen los residuos para generar un subproducto. El medio ambiente necesita de cambios y estrategias para disminuir la aglomeración de residuos sólidos, asegurando la mayor cantidad de reciclaje de vidrios. A nivel social, esta propuesta beneficiaría a zonas de bajos recursos, pues las edificaciones con estos ladrillos, no requerirá de mucho costo. Se toma como ejemplo al distrito de La Molina, donde se recolectó 3200 botellas de vidrio, siendo procesados y transformados en arena para reutilizarlo en bancas, que han sido colocadas en diversos parques, plazas y lugares públicos del distrito (Municipalidad de La Molina, 2021).

Para dar respuesta a lo planteado en la problemática se tiene la siguiente hipótesis general; se elaboran ladrillos a partir de la valorización de los vidrios desechables y como hipótesis específicos; las características físicas del vidrio triturado son aptas para ser reemplazadas al agregado grueso, las proporciones del vidrio son las adecuadas para la elaboración de los ladrillos, los resultados del análisis de las propiedades físicas y mecánicas, cumplen con la Norma Técnica Peruana E.070 Albañilería.

Para finalizar, el presente trabajo tiene el siguiente objetivo general; elaborar ladrillos a base de vidrios desechables y como específicos son; analizar las características físicas de los vidrios desechables, determinar la proporción adecuada del diseño de mezcla para la elaboración de ladrillos a base de vidrios desechables y finalmente; analizar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos que han sido elaborados a partir de vidrios desechables.



## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales se tiene a los siguientes autores:

El autor Ahmad (2014) mencionó en su trabajo de investigación el siguiente objetivo; evaluar la resistencia a la compresión y a la rotura de mezclas de hormigón. El proyecto tiene como objetivo general evaluar la resistencia a la compresión y a la rotura de mezclas de hormigón y vidrio en distintos agregados. El método utilizado es experimental, la cual consistió en preparar 144 cubos y cilindros con diferentes porcentajes de vidrio. Los resultados indican que la adición del vidrio del 5% al 20% en vez de arena, provocaron un descenso del 3.8% en la resistencia a la compresión y un descenso 3.9% en la resistencia a la tracción. Se concluye que el uso de aditivos de vidrio mejoró las propiedades de las mezclas en todas las muestras realizadas.

Hisham (2016) mencionó en su objetivo; medir la capacidad de elaborar ladrillos de arcilla cocida, mejorando sus propiedades añadiendo vidrio triturado. La metodología empleada fue experimental directa, en el cual los valores de medición fueron las propiedades físicas y mecánicas. Los resultados mostraron que la contracción de la cocción, la densidad y la resistencia a la compresión de los ladrillos, aumento considerablemente. La porosidad y absorción del agua disminuyeron cuanto más cantidad de porcentaje de vidrio se añadía. Finalmente se concluye que, al añadir un 30% de contenido de vidrio desecho a una temperatura de 1100°C mejora óptimamente el rendimiento del ladrillo, por lo cual es altamente recomendable.

Peña, et al. (2016) presentaron el siguiente objetivo general; determinar el efecto del tamaño del vidrio triturado reutilizable en las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla. El estudio presenta el efecto del vidrio de desecho añadidas en un 20% a 30% de peso y de un tamaño de partícula variable (<500, <300, y <212  $\mu\text{m}$ ), en mezclas de arcilla para el proceso de fabricación de ladrillos a mano. Los ladrillos fueron fabricados con mezclas de arcilla, vidrio triturado, y agua en diferentes proporciones, homogeneizada, fundida en moldes de madera, secada al aire a temperatura ambiente durante 72 h, y sinterizado en 1000° C durante 12 h. Como resultado se indicó que el aumento del contenido

de vidrio y el tamaño de las partículas de vidrio empleadas mejoró significativamente las propiedades de absorción de agua y la resistencia a la compresión hasta en un 18,5% y 6,8 Mpa, para ladrillos con un 30% de peso y un tamaño de partícula inferior a 212  $\mu\text{m}$ . Se concluye que por normas técnicas reglamentarias estos ladrillos son aptos para su utilización en material de construcción con una supervisión estructural previa.

El trabajo de investigación de Hariharan y Jebaraj (2018) tuvo como objetivo; determinar la utilización de menos cantidad de arcilla, reemplazando esta proporción con polvo de vidrio (también llamado polvo de vidrio de sílice fundido) reciclado para la producción de ladrillos ecológicos. El polvo de vidrio fue mezclado con la arcilla en proporciones correctas y la mezcla se dejó curar durante un día. Luego se moldeó para formar los ladrillos de tamaño 190x90x90 mm. Después del moldeo de los ladrillos se mantiene para el secado al sol durante siete días. Luego los ladrillos secos se mantienen en un horno de fosa durante 7 días a una temperatura de  $900^{\circ}\text{C}$ . Después de siete días de cocción, los ladrillos fueron sacados para ser probados usando máquina de pruebas de compresión. Como resultado se obtuvo que la sustitución de arcilla por polvo de ladrillo igualó la resistencia y compresión entre otras propiedades de los ladrillos de arcilla convencionales. Finalmente se llegó a la conclusión de que es posible utilizar el polvo de vidrio reciclable como alternativa de la arcilla convencional.

A continuación se mencionarán los antecedentes nacionales:

Chavez et al. (2019) en el trabajo de investigación titulada “Q’umir: Reutilización y transformación de botellas de vidrios a vasos”, se inicia el proyecto con la idea de generar una economía circular en donde permita ahorrar materias primas extraídas de la naturaleza. Tiene por objetivo satisfacer a un mercado con intereses por la conservación del medio ambiente. Finalmente se concluyó que el proyecto es un modelo de negocio relacionado al cuidado del medio ambiente, permitiendo la reutilización de los envases de vidrio, así mismo es una tendencia el consumo de productos ecológicos por lo que es una excelente oportunidad brindar un producto que satisfaga esa tendencia.

Ruíz (2016) menciona que las edificaciones no cuentan con los requisitos regidos establecidos en la Norma de edificaciones E.070 albañilería, es por ello que

determinó la ventaja de agregar vidrio molido para la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla. Concluyendo que la arcilla con vidrio mejora un 10% en la resistencia a la compresión, siendo 97.74 Kg/cm<sup>2</sup>.

En la tesis de Huamán (2019) se determinó en qué medida se mejoraban las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo convencional al mezclar vidrio triturado y puzolana. El tipo de investigación que utilizó fue de aplicada-tecnológica, y el nivel de investigación fue experimental-explicativo, con un diseño cuasi-experimental. La población abordada en la investigación fue de 105 unidades por cada tipo de ladrillo producido, teniendo un total de 420 unidades. El trabajo concluye mencionado que el vidrio triturado y el material de puzolana, lograron una importante mejora en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo, pues se obtuvo 5.92 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión diagonal en muretes, esto a diferencia del ladrillo convencional.

Chávez y Millones (2018) plantearon en su investigación: determinar la influencia al añadir vidrio triturado reutilizable en la elaboración del ladrillo de arcilla, para ello, previamente realizaron el análisis granulométrico, absorción, densidad, variabilidad, dimensional, alabeo, compresión a la unidad y prismas. A su vez se realizó la comparación de las unidades, utilizando diferentes dosis de vidrio triturado, empezando desde 6% hasta 24% con un intervalo de 6. La población del proyecto se conformó por 137 unidades de ladrillos de arcilla con adición de vidrio triturado reciclado. Esta investigación concluye que los ladrillos de arcilla artesanal añadidos con vidrio triturado reciclable, sí mejoran las condiciones de las propiedades físicas y mecánicas, más que un ladrillo convencional, todo de acuerdo a la Norma E.070 y las Norma ITINTEC 331.017 y 331.019.

Quintana (2018) indica que su objetivo general fue obtener materiales de construcción a partir del mezclado con vidrio reciclado para mejorar las condiciones estructurales de las viviendas. Se realizó una muestra de bloques de hormigón convencionales y otras con modificaciones en su estructura sustituyendo las cantidades de porciones de cemento (10%, 20%, 30%) por vidrio finamente triturado y molido. También se sustituyó la cantidad de áridos (grueso y fino) por vidrio triturado y papel periódico respectivamente. Finalmente se concluye que la incorporación de vidrio molido a la mezcla permitió alcanzar un óptimo rendimiento en los ensayos de compresión y absorción de agua

demostrando que es posible elaborar bloques de construcción con material de vidrio reciclado.

Con respecto a las teorías relacionadas al presente trabajo, se empezará hablando del cemento, quien según Reis et al. (2020) indica que el cemento al ser mezclado con agregados, sea grueso, grava, fino o arena, y agua, crean una mezcla uniforme y que además al reaccionar con el agua, fácilmente se endurecen. Mayurama e Igashi (2014) señalan que el cemento tiene las siguientes propiedades: usado para bajas temperaturas ya que es un material exotérmico además evita el uso de armaduras. Por otro lado Krishnya, Yoda y Elakneswaran (2020) identifican las propiedades del cemento de la siguiente manera: Fuerza Compresiva: tales como la resistencia a la compresión, resistencia de tracción y resistencia de flexión, finura: Referido al tamaño de las partículas, lo cual interviene o puede afectar el proceso de hidratación o la ganancia de fuerza, solidez: Cuando el cemento se contrae y se vuelve sólido. Un cemento de buena solidez no se contrae después de endurecerse, consistencia: Referido al requerimiento de agua que necesita el cemento para generar una pasta plástica para un uso en particular.

En la Tabla 1 se muestra los tipos de cemento de acuerdo a la Norma E.070 (2005).

**Tabla 1.** *Tipos de cemento (Norma Técnica Peruana E.070, 2005)*

TIPO	DESCRIPCIÓN
Tipo I: Portland	Cemento de uso general
Tipo II	Resistencia moderada a sulfatos
Tipo III	De alta resistencia
Tipo IV	Bajo calor de hidratación
Tipo V	Alta resistencia a los sulfatos

Para un ladrillo de concreto se necesita de **agregados**, que consta de agregado fino y agregado grueso (Narayan y Bahadur, 2020). Así mismo Narayan y Bahadur (2020) indica que el **agregado fino** es aquello que pasa el 100% la malla de 3/8" y queda retenido en la malla N° 200. El **agregado grueso** se clasifica en grava. Este material se debe ser retenido el 100% en la malla N° 4 del tamiz.

Para determinar la distribución de tamaños de los agregados, se realiza el análisis de granulometría por tamices.

Con respecto a la elaboración de ladrillos concreto, Tantawi (2015) refiere que la mezcla es la siguiente:

Agregado grueso + agregado fino + cemento + agua = mezcla para  
el ladrillo  
concreto

La Norma técnica E.070 (2005), menciona los siguientes tipos de ladrillos: macizas: Son aquellos que tienen menos de 10% de perforaciones, como se muestra en la (Figura 1).

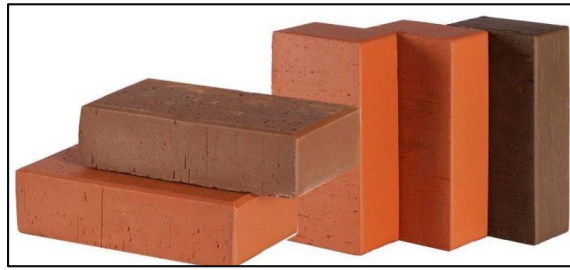


Figura 1. Ladrillos macizos (DecorexPro, 2016)

Los ladrillos huecos son aquellas que tienen orificios menor que el 70% al área del ladrillo como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Modelo de ladrillos huecos (Chacore, 2013)

Las tubulares son ladrillos que tienen aberturas paralelas, como se muestra en la Figura 3.

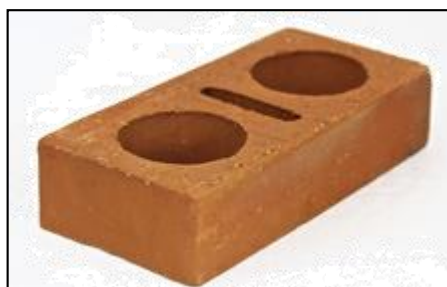


Figura 3. Modelo de ladrillos tubulares (El arenal, 2015)

Las propiedades de los ladrillos se dividen en físicas y mecánicas: en físicas se tiene a la variabilidad dimensional, las dimensiones de un ladrillo varía entre 11 cm -14 cm de ancho, 23 cm – 29 cm de largo y entre 6 cm– 9 cm de altura (NTP E.070, 2005). Para realizar el cálculo se necesita las medidas del molde de los ladrillos a elaborar, y las medidas promedio de los ladrillos luego del análisis correspondiente (Lulichac, 2015). Para sus medidas correspondientes, la Norma Técnica Peruana 399.604 (2013) indica usar calibre graduado en divisiones de 0.4 mm y con quijadas paralelas entre 12.7 mm y 25.4 mm de longitud.

CÁLCULO:

$$\%V = \frac{DN - DP}{DN} * 100$$

Donde:

%V es la variación dimensional en porcentaje

DN es la dimensión nominal, es decir las medidas dadas para la elaboración del ladrillo

DP es el promedio de los 4 lados de la muestra

Para el alabeo; según Núñez (2019) es la forma geométrica de los ladrillos, esto evalúa la concavidad o convexidad en sus superficies. Un mayor alabeo del ladrillo lleva a un mejor espesor al momento de juntarlos, también puede disminuir la adherencia del mortero al formarse vacíos en las zonas donde existe mayor alabeo del ladrillo. Para su análisis se tiene a la Norma Técnica Peruana 399.613 (2002) indica que las medidas se realizan con una regla metálica, posicionándola de manera diagonal de la tabla de ambos lados del ladrillo (Figura 4), luego se introduce una cuña (metálica y graduada en milímetros) por los orificios que queden bajo la regla (Figura 5).

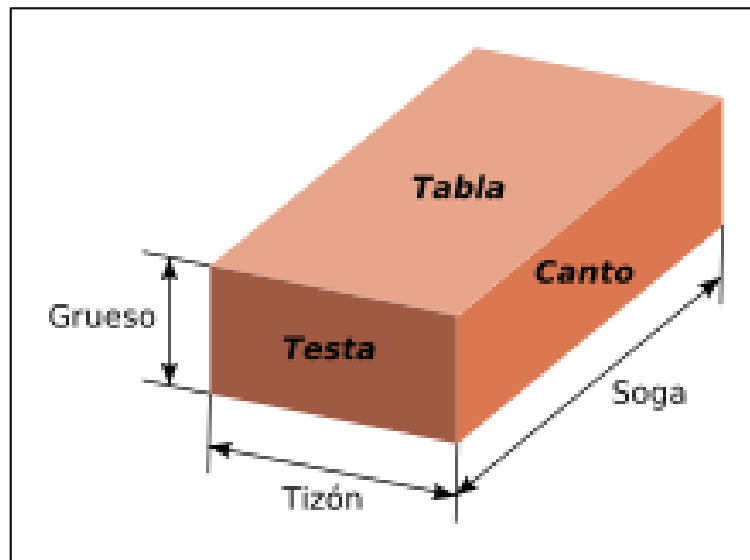


Figura 4. Partes del ladrillo (Mapfre, s.f)

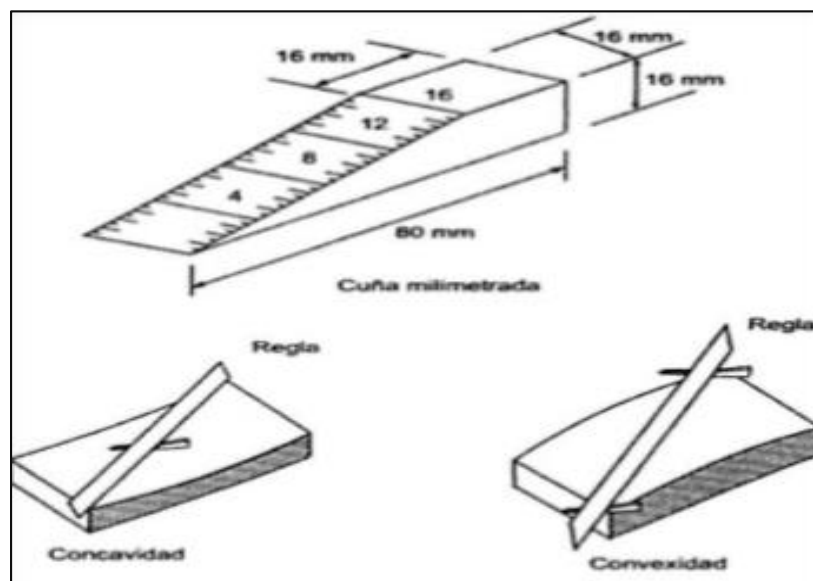


Figura 5. Medición del alabeo (Medina y Murillo, 2017)

Según Barrenzuela (2015), la absorción es la propiedad que refiere a la capacidad que tiene el ladrillo de retener las sustancias líquidas. Para poder hallar de forma teórica la absorción del agua del ladrillo. Así mismo Robalino (2017) indica que se necesita dos datos importantes, el ladrillo seco y el ladrillo saturado (luego de ser sumergido al agua). Para proceder a los cálculos, la Norma Técnica Peruana 399.604 (2013), indica la manera de realizar el análisis,



donde la muestra se debe sumergir en agua estando a una temperatura entre 15.6 C° y 26.7C° por un periodo de 24 horas. Mientras están sumergidos, se realizará el peso W1 (peso sumergido). Luego sacarlos del agua, y dejarlos escurrir encima de una malla de alambre con grosos 9.5 mm, por un periodo de 1 minuto. Luego de ese periodo pasar un paño húmedo al ladrillo y proceder con el pesaje Ws (peso saturado). Luego de ello, llevar al horno a temperatura 100C° a 115 C° por 24 horas, finalmente proceder al pesado Wd (peso seco al horno).

CÁLCULO:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{Ws - Wd}{Wd} * 100$$

$$\text{Absorción Kg/m}^2 = \left( \frac{Ws - Wd}{Ws - Wi} \right) * 100$$

Donde:

Ws es el peso saturado (luego de sacar del agua)

Wd es el peso sumergido

Wi es el peso seco al horno

En las propiedades mecánicas se tiene a la resistencia a la compresión a la resistencia donde Guadalupe (2019) menciona que este ensayo emplea solo a una unidad de ladrillo. La Norma Técnica Peruana 399.604 (2013), menciona que la prueba se hace con diferentes velocidades y el tiempo de la fuerza que le brinda al ladrillo oscila entre 1 a 2 minutos.

La compresión de prismas o pilas, Guadalupe (2019) menciona que para esta prueba los ladrillos están enteros y asentados uno sobre otro utilizando un mortero. La Norma Técnica Peruana 399.604 (2013) indica que la resistencia se obtendrá restando la desviación estándar con el promedio de las muestras.

La Norma Técnica Peruana E.070 (2005) describe las siguientes clasificaciones de los ladrillos:

Ladrillo I: resistente y muy baja durabilidad. Es apto para construcciones de servicio con exigencias mínimas

Ladrillo II: resistente y baja durabilidad. Es apto para construcciones de servicio moderado

Ladrillo IV: resistente y una durabilidad media. Es apto para construcciones de albañilería de uso general.

Ladrillo V: Resistente y alta durabilidad. Es apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicios rigurosos.

La tabla 2 se muestra la clasificación del ladrillo, junto a la resistencia que tiene cada una de ellas y los ladrillos que están dentro de estas clasificaciones.

**Tabla 2.** Denominación del ladrillo, según la resistencia a la unidad (Aceros Arequipa, 2020)

CLASE	DENOMINACIÓN	RESISTENCIA UNIDAD (Kg/cm <sup>2</sup> )
Ladrillo I	King Kong Artesanal	50
Ladrillo II		70
Ladrillo III		95
Ladrillo IV	King Kong Industrial	130
Ladrillo V	King concreto	180

Rojas (2018), indica que el proceso de elaboración de ladrillos de concreto, realizado de manera artesanal, se utilizan: agregado grueso, agregado fino cemento Portland Tipo I y agua potable, luego de ello dosifican la piedra, arena y cemento. Se mezcla en seco con una lampa, luego de ello se agrega agua hasta obtener una mezcla elástica (la mezcla se realiza por 5 minutos). Paso seguido es el moldeado y fraguado, la mezcla se llena en los moldes, lo compactan y los desmoldan en una superficie plana. Paso seguido es el curado, donde se riega por 7 días, luego de ese tiempo se almacenan en un ambiente seco y protegidos de la humedad por 28 días. Luego de ese tiempo, los ladrillos están listos para ser utilizados en una edificación.

El vidrio Según Ruiz (2015) Vidrios: Está formada por sílice (Si) y se fabrica generalmente en hornos y crisoles, a altas temperaturas. Gracias a sus características es un material 100% recuperable.

Ruiz (2015) indica que las propiedades de los vidrios se dividen en físicas, resistencia y química; siendo para físicas la dureza, que se mide en la escala de Mohs, siendo para los vidrios una escala de 6 a 7.

Y para la propiedad química, está clasificado en la Tabla 3, de acuerdo al tipo vidrio.

**Tabla 3.** Composiciones química del vidrio (Gutiérrez, 2015)

<b>Tipos de Vidrio</b>	<b>SiO<sub>2</sub> (Óxido de silicio)</b>	<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (óxido de Boro)</b>	<b>Na<sub>2</sub>O (óxido de sodio)</b>	<b>K<sub>2</sub>O (óxido de potasio)</b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (óxido de aluminio)</b>	<b>ZnO (óxido de zinc)</b>
Vidrio común de ventana	72-75	-	13-15	-	0-1	-
Vidrio para espejos	70.6	-	11.8	-	0-1	-
Vidrio de botella transparente	72-1	0.2	14.4	0.4	1.9	0.1
Vidrio de botella de colores	67.4	0.1	11.9	1.7	5.9	0.1
Material de laboratorio	70-73	5-6	6-8	0.9-2.5	1.8 - 4.7	-
Fibras de vidrio	54.5	8.5	0,5	-	14.5	0.1

Con respecto a los enfoques conceptuales se tiene:

Reciclaje: Es un proceso cuyo objetivo es convertir un residuo en un subproducto, para ello se necesita segregar los residuos adecuadamente.

Según la Norma Técnica Peruana de colores NTP 900.058 (2019), indica los colores correspondientes mencionados en la Tabla 4.

**Tabla 4.** *Reciclaje por colores (NTP 900.058, 2019)*

<b>COLOR</b>	<b>RESIDUOS</b>
Verde	Papel y cartón Vidrio madera
Negro	Colillas de cigarro Residuos sanitarios
Marrón	Restos de alimentos hojarascas
Rojo	Pilas Lámparas Medicinas vencidas, otros

Vidrio reciclado: Según una publicación en la página de Estop (2017), el vidrio como material reciclable, no tiene un límite en la cantidad de veces que puede ser reprocesado sin perder sus propiedades. Para darle un uso adecuado, se debe realizar su correcta segregación, determinado por colores. Por lo general se separan en tres grupos: los de color ámbar o café entre otros, los verdes y los transparentes. El vidrio triturado como agregado para el concreto, hace que este sea más durable, fuerte y resistente al agua (Rincón, 2020).

La Producción limpia, según Gomes y Gouveia (2019), mencionan que la producción más limpia es una aplicación constante de una estrategia ambiental de carácter preventivo aplicado a los procesos, los productos y a su vez a los servicios industriales para incrementar la eficiencia ecológica y sostenible para lograr reducir los riesgos para el hombre y el medio ambiente. Es por ello que tiene como objetivo principal la reducción progresiva de los impactos ambientales que conlleva cada proceso, productos y servicios, a través de enfoques de prevención en el control y la gestión de las emisiones contaminantes.

La Tabla 5 ha sido elaborada de acuerdo a las normativas que hablan de la unidad de albañilería y el proceso de análisis de estos.

**Tabla 5. Marco legal**

<b>Jerarquía de la Normativa</b>	<b>Entidad que lo sustenta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicabilidad al Proyecto</b>
Norma Técnica Peruana E.070	MVCS	Contiene parámetros según el tipo de ladrillo. La clasificación va de I a V, siendo desde menos resistente hasta alta resistencia.	Esta norma ayudará a que los ladrillos fabricados a base de vidrio, puedan cumplir con las características requeridas en la norma, ya sea compactibilidad, absorción y alabeo. Así mismo, teniendo dichos criterios, se podrá definir el tipo de ladrillo que se está elaborando.
Norma Técnica Peruana 339.604	MVCS	Brinda una serie de recomendaciones para realizar las pruebas de un ladrillo concreto así mismo la cantidad de muestras a realizar.	Servirá de guía para poder analizar correctamente las pruebas de propiedades físicas y mecánicas.
Norma Técnica Peruana 339.613	MVCS	Brinda una serie de recomendaciones para realizar las pruebas de un ladrillo concreto así mismo la cantidad de muestras a realizar.	Servirá de guía para poder analizar correctamente las pruebas de propiedades físicas (alabeo).
Norma Técnica Peruana 399.605	INDECOPI	Indica el procedimiento para apilar los ladrillos y pasarlos a prueba.	Esta norma ayudará para saber a cuántos pisos es resistente el ladrillo elaborado a base de vidrio.
Norma Técnica Peruana 400.012	INDECOPI	Análisis por medio de los tamices para obtener las medidas adecuadas que corresponden al agregado grueso, fino y global.	Se aplicará el análisis de granulometría en los vidrios, como reemplazo del agregado grueso.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación del presente trabajo es aplicada, en donde; se entiende por usar los conocimientos de la ciencia con la finalidad de implementarlos de manera práctica para brindar soluciones a los problemas de nuestro entorno (Baena, 2017). En este caso, surge la necesidad de realizar el trabajo, teniendo las problemáticas de la generación de residuos, específicamente de los vidrios. De esta manera, se planteó una solución innovadora, donde se disminuya este problema. Por ello, se propuso la elaboración de ladrillos a base de vidrios desechables, usando como materia prima a los vidrios y reduciendo la contaminación en la elaboración de ladrillos.

Con respecto al diseño de investigación: Se utilizó como estrategia que se desarrolla para la obtención de información que requiere una investigación (Baena, 2017). En este caso la información que se quiso obtener es la proporción adecuada para la elaboración de los ladrillos y a su vez, estos cumplan con la Norma Técnica E.070, por ello, para obtener dicha información el diseño de investigación de este trabajo fue de experimental, en donde se debe tener la manipulación de la variable independiente y el instrumento mide a la variable dependiente.

#### 3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: vidrio desechable.

Variables dependiente: ladrillo



### 3.3 Población, muestra y muestro

La Población de la investigación son todas las botellas de vidrio reciclables de bebidas gaseosas y alcohólicas. La muestra correspondió a 240 botellas de vidrio reciclado de color transparente y oscuro, y para el muestreo se tomó 5 kg de vidrio triturado para llevarlas al Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería, lugar donde se realizó el análisis de granulometría por tamizado.

Para ello los ladrillos tuvieron los siguientes criterios de inclusión:

- Vidrios triturados de botellas de vidrio transparentes y oscuras, que en la práctica reemplazaron a la grava.
- Botellas de vidrio rotas.

Los criterios de exclusión fueron:

- Ventanas de vidrio rotos
- Espejos rotos

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para realizar el estudio se utilizaron fichas donde se recolectaron datos que permitieron mostrar la información cuántica. Estas fichas fueron adaptadas de la investigación de Chávez y Millones (2018) y de la NTP E.070.

**Tabla 6.** *Instrumento y recolección de datos*

OBJETIVO ESPECÍFICO	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Analizar las características físicas de los vidrios desechables	Vidrio triturado	Análisis de resultados	- Norma Técnica E.070 - Resultados del análisis granulométrico (Anexo 1.5)	Se determinó que los vidrios triturados sí cumplen con el tamaño de agregado grueso.

Determinar la proporción adecuada del diseño de mezcla para la elaboración de ladrillos a base de vidrios desechables.	Ladrillo a base de vidrio desechable	Observación exploración in situ	Apuntes de las proporciones utilizadas	Se determinó la proporción adecuada para la elaboración de ladrillos a base de vidrios desechables.
Analizar las propiedades físicas de los ladrillos que han sido elaborados a partir de vidrios desechables.	Ladrillo a base de vidrio desechable	Análisis de resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Norma Técnica Peruana 400.012 Resultados de la variación dimensional. (Anexo 2.5 )</li> <li>- Hojas de excel</li> <li>- Norma Técnica E.070</li> <li>- Resultados del ensayo de alabeo (Anexo 3.5)</li> <li>- Norma Técnica E.070</li> <li>- Resultados de la absorción (Anexo 4.5)</li> </ul>	Se analizó las propiedades físicas del ladrillo en el Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI
Analizar las propiedades mecánicas de los ladrillos que han sido elaborados a partir de vidrios desechables.	Ladrillo a base de vidrio desechable	Análisis de resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Norma Técnica E.070</li> <li>- Resultados de la comprensión por unidad de albañilería (Anexo 5.5)</li> <li>- Norma Técnica E.070</li> <li>- Resultado de la comprensión por pilas de albañilería (Anexo 6.5)</li> <li>- Datos del resultado final de la compresión por pilas (Anexo 7.5)</li> <li>- Hojas de excel</li> </ul>	Se analizó las propiedades mecánicas del ladrillo en el Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



**3.5 Procedimiento:** En la Figura 6 se muestra el proceso para elaboración de ladrillos del presente trabajo.

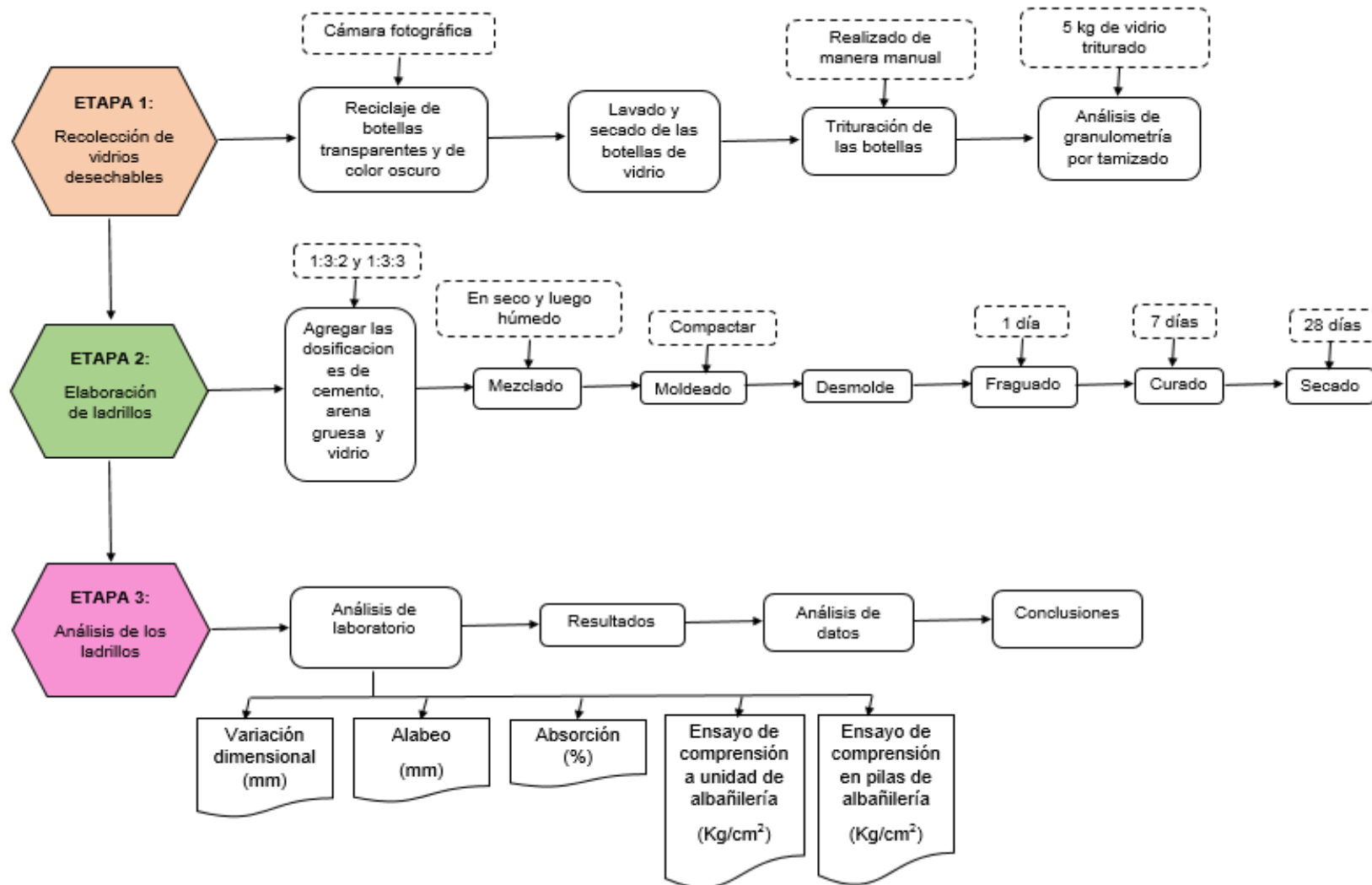


Figura 6. Esquema de la elaboración de ladrillos a base de vidrio desechable.

A continuación, se explica las etapas del procedimiento mostrado en el diagrama de la Figura 6:

### **Etapas 1: Recolección de vidrios desechables**

- Se recicló las botellas de vidrios transparentes y oscuros.
- Se procedió a quitar el etiquetado y las tapas, para que luego sean lavadas y secadas a ambiente.
- Luego se colocaron todas las botellas limpias en un barril de lata y fueron triturados.
- Teniendo los vidrios triturados se seleccionó una muestra de 5kg y fueron llevados al laboratorio.

### **Etapas 2: Elaboración de ladrillos**

- Se agregó las dosificaciones 1:3:2 y 1:3:3 correspondiente a cemento: arena fina: vidrio triturado
- Se procedió al mezclado en seco, luego se agregó agua de poco a poco, hasta que la textura de la mezcla sea elástica y no tenga grumos.
- Luego se pasó al moldeado de los ladrillos, se compactó bien la mezcla y se dieron golpes en el molde con un pedazo de madera. Esto para que la mezcla pueda cubrir todos los espacios y evitar huecos.
- Se retiró el exceso de la superficie del molde con el uso de una llana.
- Se desmoldó en una zona limpia, plana y ventilada
- Se dejó fraguar los ladrillos por 1 día.
- Al día siguiente, los ladrillos fueron acomodados en pilas de 4 para el curado. Los ladrillos se mantuvieron húmedos por 1 semana, 2 veces al día. Para ello se regó con agua potable.
- A partir de 8vo día, se dejó los ladrillos secar en un periodo de 28 días.

### **Etapas 3: Análisis de los ladrillos**

- Luego de 28 días, los ladrillos ya estaban secos, a partir de esa fecha se contó 14 y 28 días, fechas en las que se realizaron los análisis de las propiedades físicas y mecánicas. La cantidad de muestras para cada ensayo ha sido de acuerdo a lo indicado en la NTP E.070, tal como se puede ver en las Tablas 6 y 7.

**Tabla 6.** Cantidad de muestras de ladrillo

PROPIEDAD	NORMA	PRUEBAS	MUESTRAS
FÍSICA	NTP 399.604	Variación dimensional (mm)	10
		Absorción (%)	5
	NTP 399.613	Alabeo (mm)	10
MECÁNICA	NTP 399.604	Ensayo de compresión en unidad de albañilería (Kg/cm <sup>2</sup> )	5
	NTP 399.605	Ensayo de compresión en pilas de albañilería (Kg/cm <sup>2</sup> )	15

**Tabla 7.** Cantidad de ladrillos según su análisis y días correspondientes a su análisis

DISEÑO DE MEZCLA	PROPIEDADES FÍSICAS			PROPIEDADES MECÁNICAS		Toma de muestras por cada día	TOTAL DE MUESTRAS para cada dosis
1:3:2 cemento: arena: vidrio	Variación Dimensional (mm)	Alabeo (mm)	Absorción (%)	Ensayo de compresión en unidad de albañilería (Kg/cm²)	Ensayo de compresión en pilas de albañilería (Kg/cm²)		
14 días	10	10	5	5	15	45	90
28 días	10	10	5	5	15	45	
1:3:3 cemento: arena: vidrio	Dimensiones (mm)	Alabeo (mm)	Absorción (%)	Ensayo de compresión en unidad de albañilería (Kg/cm²)	Ensayo de compresión en pilas de albañilería (Kg/cm²)		
14 días	10	10	5	5	15	45	90
28 días	10	10	5	5	15	45	
TOTAL						180	180

- Teniendo los resultados, se procedió a comparar cuál de las muestras se ajustaban a los requerimientos de la Norma técnica E.070.
- Habiendo identificado la muestra cumple con los requisitos de la NTP E.070, se pudo indicar la porción adecuada de vidrio triturado desechable para replicar la elaboración de ladrillos.

### 3.6 Método de análisis de datos

Los análisis de las características físicas y mecánicas se desarrollaron en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería, dichos resultados fueron comparados con la Norma Técnica Peruana 400.012 Análisis granulométrico y Norma Técnica Peruana E.070 Albañilería. De esa manera se pudo contrarrestar los resultados con la hipótesis. Por otro lado, se muestra en la Tabla 8 el análisis de validación en la que; para determinar la validez de las 5 Fichas de Registro, estos fueron revisadas por 2 profesionales especialistas en el tema de este proyecto.

**Tabla 2.** Validación de expertos

	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3
Apellidos y Nombres	Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio	Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio	Ing. Gonzales Gonzales, Marly Dorelly Yhoseph
Centro laboral	Universidad César Vallejo	Universidad César Vallejo	Nindecyt
CIP N°	204740	25450	238600

### 3.7 Aspectos éticos

Navalta, Stone y Lyons (2019), mencionan que los aspectos éticos, hacen referencia a la realización y presentación de trabajos de investigación científica de una manera clara y directa. Este trabajo se ha regido bajo el código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo. Los investigadores responsables del proyecto de investigación titulado Elaboración de ladrillos a base de vidrios desechables, Lima -2021 se

comprometieron a no alterar los resultados obtenidos en los análisis correspondientes, de tal manera; que los resultados sean respetados. Se cumplió con los requisitos de la Norma Técnica E.070 para que el producto final (ladrillos) pudiera obtener las características que menciona dicha Norma. Así mismo; el presente trabajo ha sido redactado con nuestras propias palabras, por ello se usó el Turnitin para verificar la originalidad de este, en el cual se obtuvo 13% de plagio.

## IV. RESULTADOS

### ANÁLISIS DE LOS VIDRIOS TRITURADOS

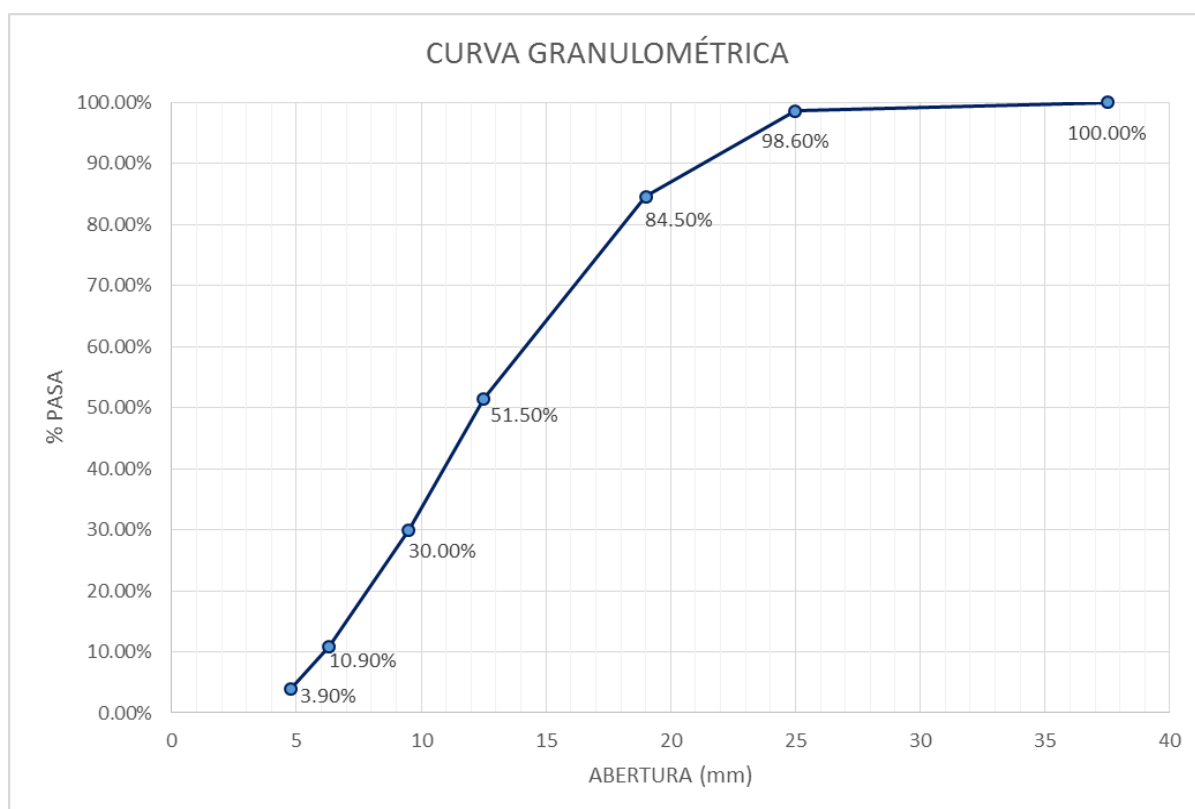


Figura 7. Curva granulométrica con respecto al % de vidrio que pasa a las mallas del tamiz.

**Tabla 9.** Análisis granulométrico de las botellas de vidrio triturado

% vidrio retenido	96.1
% vidrio que pasa	3.9
% vidrio triturado	100
Según NTP 400.012	0% -10 % pasa de la malla N°4

En la Tabla 9 se muestra el análisis de granulometría por tamizado de los 5kg de vidrio triturado. El 3.9% de los vidrios pasan de la malla N° 4, siendo la mayor parte de vidrio triturado retenido en esta malla, por lo cual; sí cumplen con la NTP 4000.012

**PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS CON  
DOSIS 1:3:2**

**PROPIEDADES FISICAS**

**A) VARIACIÓN DIMENSIONAL**

**Tabla 10.** *Ensayo de variación dimensional a los 14 días de vida*

FÓRMULA				DIMENSIÓN NOMINAL (cm)		
V=((DN-Dp)/DN) x100				LARGO	ALTO	ANCHO
DN= Dimensión nominal (cm)				22	8.5	13
Dp= Dimensión promedio (cm)						
DIMENSIÓN REAL (cm)				MEDIDAS (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO VARIACIÓN (%)
MUESTRAS	LARGO	ALTO	ANCHO	LARGO	21.9	0.45
1	21.9	8.4	12.9			
2	21.9	8.5	12.8			
3	21.9	8.5	12.9			
4	21.9	8.5	12.9	ALTO	8.4	1.18
5	21.9	8.5	12.8			
6	21.9	8.5	12.9			
7	21.9	8.4	12.9			
8	21.9	8.4	12.9	ANCHO	12.9	0.77
9	21.9	8.4	12.8			
10	22	8.4	13			
SEGÚN NORMATIVA E.070						
CLASE	Máximo en (%)					
	Más de 150 mm (largo)		Hasta 100 mm (alto)		Hasta 150 mm (ancho)	
	NORMA	OBTENIDO	NORMA	OBTENIDO	NORMA	OBTENIDO
Ladrillo I	± 4	- 0.45	± 8	- 1.17	± 6	- 0.77
Ladrillo II	± 4	- 0.45	± 7	- 1.17	± 6	- 0.77
Ladrillo III	± 3	- 0.45	± 5	- 1.17	± 4	- 0.77
Ladrillo IV	± 2	- 0.45	± 4	- 1.17	± 3	- 0.77
Ladrillo V	± 1	- 0.45	± 3	- 1.17	± 2	- 0.77

En la Tabla 10 se muestran los resultados del ensayo de variación dimensional a los 14 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:2. El promedio de las medidas de largo, alto y ancho fueron 21.9 cm, 8.4 cm y 12.9 cm respectivamente. A partir de estos datos se utilizó la fórmula de la variación dimensional, en la que al ser comparadas con la N.T E.070, los ladrillos son de clase V.

**Tabla 11.** *Ensayo de variación dimensional a los 28 días de vida*

FÓRMULA				DIMENSIÓN NOMINAL (cm)		
V=((DN-Dp)/DN) x100				LARGO	ALTO	ANCHO
DN= Dimensión nominal (cm)				22	8.5	13
Dp= Dimensión promedio (cm)						
DIMENSIÓN REAL (cm)				MEDIDAS (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO VARIACIÓN (%)
MUESTRAS	LARGO	ALTO	ANCHO	LARGO	21.9	0.45
1	21.9	8	13.1			
2	21.9	8	13.1			
3	21.9	8	13			
4	21.9	8	13	ALTO	8	5.88
5	21.9	8	12.9			
6	21.9	8	12.9			
7	22	8	12.9			
8	22	7.9	13	ANCHO	12.9	0.77
9	21.9	8	13			
10	22	8	12.9			
SEGÚN NORMATIVA E.070						
CLASE	Máximo en (%)					
	Más de 150 mm (largo)		Hasta 100 mm (alto)		Hasta 150 mm (ancho)	
	NORMA	OBTENIDO	NORMA	OBTENIDO	NORMA	OBTENIDO
Ladrillo I	± 4	- 0.32	± 8	- 5.88	± 6	- 0.15
Ladrillo II	± 4	- 0.32	± 7	- 5.88	± 6	- 0.15
Ladrillo III	± 3	- 0.32	± 5	- 5.88	± 4	- 0.15
Ladrillo IV	± 2	- 0.32	± 4	- 5.88	± 3	- 0.15
Ladrillo V	± 1	- 0.32	± 3	- 5.88	± 2	- 0.15



En la Tabla 11 se muestran los resultados del ensayo de variación dimensional a los 28 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:2. El promedio de las medidas de largo, alto y ancho fueron 21.9 cm, 8 cm y 12.9 cm respectivamente. A partir de estos datos se utilizó la fórmula de la variación dimensional, en la que al ser comparadas con la N.T E.070, los ladrillos son de clase II.

## B) ALABEO

**Tabla 12.** *Ensayo de alabeo a los 14 días de vida*

ENSAYO DE ALABEO		
MUESTRAS	FINAL (mm)	
1	4	
2	4	
3	2	
4	2	
5	2	
6	2	
7	2	
8	2	
9	2	
10	2	
PROMEDIO	2.4	
SEGÚN NTP E.070		OBTENIDO (mm)
CLASE	MÁXIMO EN mm	
Ladrillo I	10	2.4
Ladrillo II	8	2.4
Ladrillo III	6	2.4
Ladrillo IV	4	2.4
Ladrillo V	2	2.4

En la Tabla 12 se muestran los resultados del ensayo de alabeo a los 14 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:2. Estos resultados tuvieron un promedio de 2.4 mm. Se compararon con la N.T E.070 en la cual se indica que el ladrillo es de clase V.

**Tabla 13.** *Ensayo de alabeo a los 28 días de vida*

ENSAYO DE ALABEO		
MUESTRAS	FINAL (mm)	
1	3	
2	3	
3	3	
4	3	
5	2	
6	2	
7	3	
8	2	
9	3	
10	2	
PROMEDIO	2.6	
SEGÚN NTP E.070		OBTENIDO (mm)
CLASE	MÁXIMO EN mm	
Ladrillo I	10	2.6
Ladrillo II	8	2.6
Ladrillo III	6	2.6
Ladrillo IV	4	2.6
Ladrillo V	2	2.6

En la Tabla 13 se muestran los resultados del ensayo de alabeo a los 28 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:2. Estos resultados tuvieron un promedio de 2.6 mm. Se compararon con la N.T E.070 en la cual se indica que el ladrillo es de clase IV.

### **C) ABSORCIÓN**

**Tabla 14.** *Ensayo de absorción a los 14 días de vida*

ABSORCIÓN DE LADRILLOS		
Absorción (%)= $((W_s - W_d)/W_d) \times 100$		Ws= peso mojado del ladrillo
		Wd= peso seco del ladrillo
MUESTRAS	ABSORCIÓN (g/cm <sup>3</sup> )	SEGÚN NTP E.070
		No mayor que 12%
1	9.6	Sí cumple
2	13.3	Sí cumple
3	8.4	Sí cumple
4	8.0	Sí cumple
5	11.4	Sí cumple
PROMEDIO	10.1%	Sí cumple

En la Tabla 14 se muestran los resultados el ensayo de absorción a los 14 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:2. El promedio de las 5 unidades fue de 10.1% de absorción y en comparación con la N.T E.070 sí cumplen con lo máximo establecido que es 12% de absorción.

**Tabla 15.** *Ensayo de absorción a los 28 días de vida*

ABSORCIÓN DE LADRILLOS		
Absorción (%)= $((W_s - W_d)/W_d) \times 100$		Ws= peso mojado del ladrillo
		Wd= peso seco del ladrillo
MUESTRAS	ABSORCIÓN (%)	SEGÚN NTP E.070
		No mayor que 12%
1	7.2	Sí cumple
2	7	Sí cumple
3	6.9	Sí cumple
4	6.9	Sí cumple
5	8	Sí cumple
PROMEDIO	7.2%	Sí cumple

Según la Tabla 15 se muestran los resultados el ensayo de absorción a los 28 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:2. El promedio de las 5 unidades fue de 7.2% de absorción y en comparación con la N.T E.070 sí cumplen con lo máximo establecido que es 12% de absorción.

## PROPIEDADES MECÁNICAS

### A) ENSAYO DE COMPRESIÓN EN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**Tabla 16.** *Ensayo de compresión en unidad de albañilería a los 14 días de vida*

MUESTRA	DIMESNSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMO (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)
	LARGO	ALTO	ANCHO			
1	22	8.4	12	286.0	19600	68.5
2	21.8	8.5	12.8	279.0	13500	48.4
3	21.9	8.6	12.9	282.0	15100	53.5
4	22	8.5	13	286.0	18700	65.4
5	21.9	8.5	13	284.7	15800	59.0
PROMEDIO						58.96
SEGÚN NORMA E.070					OBTENIDO (Kg/cm²)	
CLASE	Kg/cm²					
Ladrillo I	50				58.96	
Ladrillo II	70				58.96	
Ladrillo III	95				58.96	
Ladrillo IV	130				58.96	
Ladrillo V	180				58.96	

En la Tabla 16, correspondiente a los resultados del ensayo de compresión en unidad de albañilería a los 14 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:2. El promedio de la resistencia de compresión es de 58.96 Kg/cm<sup>2</sup> clasificándose como ladrillo I según la N.T E.070. Para este tipo de ladrillo con denominación King concreto debería ser Ladrillo V.

**Tabla 17.** Ensayo de compresión en unidad de albañilería a los 28 días de vida

MUESTRA	DIMESNSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMO (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)
	LARGO	ALTO	ANCHO			
1	21.9	13.1	8	286.9	27400	95.5
2	21.9	13.1	8.1	286.9	28600	99.7
3	22	13	8	286	26800	93.7
4	21.9	13	8	284.7	27800	97.6
5	22	12.9	8.1	283.8	29600	104.3
PROMEDIO						98.16
SEGÚN NORMA E.070					OBTENIDO (Kg/cm²)	
CLASE	Kg/cm²					
Ladrillo I	50				98.16	
Ladrillo II	70				98.16	
Ladrillo III	95				98.16	
Ladrillo IV	130				98.16	
Ladrillo V	180				98.16	

En la Tabla 17, correspondiente a los resultados del ensayo de compresión en unidad de albañilería a los 28 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:2. El promedio de la resistencia de compresión es de 98.16 Kg/cm<sup>2</sup> clasificándose como ladrillo III según la N.T E.070. Para este tipo de ladrillo con denominación King concreto debería ser Ladrillo V.

## B) ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PILAS DE ALBAÑILERÍA

**Tabla 18.** *Ensayo de compresión en pilas de albañilería a los 14 días de vida*

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR PILAS (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO			
PILA 1	22.2	12.8	37.6	284	18000	67.8
PILA 2	22.2	12.8	37.6	284	16800	63
PILA 3	22	12.8	36	282	12200	45.8
PROMEDIO						58.87

**Tabla 19.** *Comparación de resultados con la Norma E.070*

	Kg/cm <sup>2</sup>
PROMEDIO	58.87
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	11.57
f'm	47.30
NORMA E.70	Mínimo 35

Luego de obtener el promedio de los datos de compresión por pilas, como se muestra en la Tabla 18, se procede a restar con la desviación estándar, como se muestra en la Tabla 19, en la que se obtuvo 4.30 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo que; sí cumple con lo mínimo ( $f'c = 35 \text{ Kg/cm}^2$ ) establecida en la N.T.P E 0.70.

**Tabla 20.** Ensayo de compresión en pilas de albañilería a los 28 días de vida

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR PILAS (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO			
PILA 1	22	13	37.1	286	17000	67.5
PILA 2	22	13	37.6	286	19200	71.3
PILA 3	22	13	36.2	286	18600	68.6
PROMEDIO						69.13

**Tabla 21.** Comparación de resultados con la Norma E.070

	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>69.13</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>1.96</b>
<b>f'm</b>	<b>67.17</b>
<b>NORMA E.70</b>	<b>Mínimo 35</b>

Luego de obtener el promedio de los datos de compresión por pilas, como se muestra en la Tabla 20, se procede a restar con la desviación estándar, como se muestra en la Tabla 21, en la que se obtuvo 67.17 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo que; sí cumple con lo mínimo ( $f'c = 35 \text{ Kg/cm}^2$ ) establecida en la N.T.P E 0.70.



**PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS CON DOSIS  
1:3:3**

**PROPIEDADES FISICAS**

**A) VARIACIÓN DIMENSIONAL**

**Tabla 22.** *Ensayo de variación dimensional a los 14 días de vida*

FÓRMULA				DIMENSIÓN NOMINAL (cm)		
V=((DN-Dp)/DN) x100				LARGO	ALTO	ANCHO
DN= Dimensión nominal (cm)				22	8.5	13
Dp= Dimensión promedio (cm)						
DIMENSIÓN REAL (cm)				MEDIDAS (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO VARIACIÓN (%)
MUESTRAS	LARGO	ALTO	ANCHO	LARGO	21.9	0.45
1	21.8	8.5	13			
2	21.9	8.6	12.8			
3	21.8	8.5	13			
4	21.9	8.3	12.9	ALTO	8.4	1.18
5	21.8	8.4	12.8			
6	22	8.5	1.7			
7	21.8	8.4	12.8			
8	21.9	8.5	12.9	ANCHO	12.9	0.77
9	21.9	8.3	12.9			
10	21.8	8.3	12.9			
SEGÚN NORMATIVA E.070						
CLASE	Máximo en (%)					
	Más de 150 (largo)		Hasta 100 mm (alto)		Hasta 150 mm (ancho)	
	NORMA	OBTENIDO	NORMA	OBTENIDO	NORMA	OBTENIDO
Ladrillo I	± 4	- 0.45	± 8	- 1.18	± 6	- 0.77
Ladrillo II	± 4	- 0.45	± 7	- 1.18	± 6	- 0.77
Ladrillo III	± 3	- 0.45	± 5	- 1.18	± 4	- 0.77
Ladrillo IV	± 2	- 0.45	± 4	- 1.18	± 3	- 0.77
Ladrillo V	± 1	- 0.45	± 3	- 1.18	± 2	- 0.77

En la Tabla 22 se muestran los resultados del ensayo de variación dimensional a los 14 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:3. El promedio de las medidas de largo, alto y ancho fueron 21.9 cm, 8.4 cm y 12.9 cm respectivamente. A partir de estos datos se utilizó la fórmula de la variación dimensional, en la que al ser comparadas con la N.T.P E.070, los ladrillos son de clase V.

**Tabla 23.** Ensayo de variación dimensional a los 28 días de vida

FÓRMULA				DIMENSIÓN NOMINAL (cm)		
V=((DN-Dp)/DN) x100				LARGO	ALTO	ANCHO
DN= Dimensión nominal (cm)				22	8.5	13
Dp= Dimensión promedio (cm)						
DIMENSIÓN REAL (cm)				MEDIDAS (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO VARIACIÓN (%)
MUESTRAS	LARGO	ALTO	ANCHO	LARGO	21.8	0.68
1	21.9	8.6	12.7			
2	21.9	8.4	12.8			
3	21.8	8.3	12.9			
4	21.9	8.5	12.9	ALTO	12.8	0.94
5	21.7	8.3	12.8			
6	21.9	8.3	12.8			
7	21.9	8.4	13			
8	21.8	8.6	12.9	ANCHO	8.4	1.15
9	21.8	8.4	12.8			
10	21.9	8.4	12.9			
SEGUN NORMATIVA E.070						
CLASE	Máximo en (%)					
	Más de 150 mm (largo)		Hasta 100 mm (alto)		Hasta 150 mm (ancho)	
	NORMA	OBTENIDO	NORMA	OBTENIDO	NORMA	OBTENIDO
Ladrillo I	± 4	- 0.68	± 8	- 0.94	± 6	- 1.15
Ladrillo II	± 4	- 0.68	± 7	- 0.94	± 6	- 1.15
Ladrillo III	± 3	- 0.68	± 5	- 0.94	± 4	- 1.15
Ladrillo IV	± 2	- 0.68	± 4	- 0.94	± 3	- 1.15
Ladrillo V	± 1	- 0.68	± 3	- 0.94	± 2	- 1.15

En la Tabla 23 se muestran los resultados del ensayo de variación dimensional a los 28 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:3. El promedio de las medidas de largo, alto y ancho fueron 21.85 cm, 8.42 cm y 12.85 cm respectivamente. A partir de estos datos se utilizó la fórmula de la variación dimensional, en la que al ser comparadas con la N.T.P E.070, los ladrillos son de clase V.

## B) ALABEO

**Tabla 24.** *Ensayo de alabeo a los 14 días de vida*

ENSAYO DE ALABEO		
MUESTRAS	FINAL (mm)	
1	1	
2	4	
3	3	
4	2	
5	2	
6	2	
7	3	
8	3	
9	3	
10	4	
PROMEDIO	2.7	
SEGÚN NTP E.070		OBTENIDO (mm)
CLASE	MÁXIMO EN mm	
Ladrillo I	10	2.7
Ladrillo II	8	2.7
Ladrillo III	6	2.7
Ladrillo IV	4	2.7
Ladrillo V	2	2.7

En la Tabla 24 se muestran los resultados del ensayo de alabeo a los 14 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:3. Estos resultados tuvieron un promedio de 2.7 mm. Se compararon con la N.T.P E.070 en la cual se indica que el ladrillo es de clase IV.

**Tabla 25.** *Ensayo de alabeo a los 28 días de vida*

ENSAYO DE ALABEO		
MUESTRAS	FINAL (mm)	
1	2	
2	1	
3	2	
4	2	
5	1	
6	2	
7	2	
8	1	
9	1	
10	1	
PROMEDIO	1.5	
SEGÚN NTP E.070		OBTENIDO (mm)
CLASE	MÁXIMO EN mm	
Ladrillo I	10	1.5
Ladrillo II	8	1.5
Ladrillo III	6	1.5
Ladrillo IV	4	1.5
Ladrillo V	2	1.5

En la Tabla 25 se muestran los resultados del ensayo de alabeo a los 28 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:3. Estos resultados tuvieron un promedio de 1.5 mm. Se compararon con la N.T.P E.070 en la cual se indica que el ladrillo es de clase V.

### C) ABSORCIÓN

**Tabla 26.** *Ensayo de absorción a los 14 días de vida*

ABSORCIÓN DE LADRILLOS		
Absorción (%)= $((W_s - W_d)/W_d) \times 100$		Ws= peso mojado del ladrillo
		Wd= peso seco del ladrillo
MUESTRAS	ABSORCIÓN (%)	SEGÚN NTP E.070
		No mayor que 12%
1	6.9	Sí cumple
2	7.5	Sí cumple
3	6.6	Sí cumple
4	6.8	Sí cumple
5	6.8	Sí cumple
PROMEDIO	6.9%	Sí cumple

En la Tabla 26 se muestran los resultados del ensayo de absorción a los 14 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:3. El promedio de las 5 unidades fue de 6.9% de absorción y en comparación con la N.T.P E.070 sí cumplen con lo máximo establecido que es 12% de absorción.

**Tabla 27.** *Ensayo de absorción a los 28 días de vida*

ABSORCIÓN DE LADRILLOS		
Absorción (%)= $((W_s - W_d)/W_d) \times 100$		Ws= peso mojado del ladrillo
		Wd= peso seco del ladrillo
MUESTRAS	ABSORCIÓN (%)	SEGÚN NTP E.070
		No mayor que 12%
1	6.9	Sí cumple
2	7.5	Sí cumple
3	7.8	Sí cumple
4	7.1	Sí cumple
5	6.7	Sí cumple
PROMEDIO	7.2	Sí cumple

En la Tabla 27 se muestran los resultados del ensayo de absorción a los 28 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:3. El promedio de las 5 unidades fue de 7.2% de absorción y en comparación con la N.T.P E.070 sí cumplen con lo máximo establecido que es 12% de absorción.

## PROPIEDADES MECÁNICAS

### D) ENSAYO DE COMPRESIÓN EN UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**Tabla 28.** Ensayo de compresión en unidad de albañilería a los 14 días de vida

MUESTRA	DIMESNSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMO (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)
	LARGO	ALTO	ANCHO			
1	21.8	13	8.5	283.4	13600	48.0
2	21.9	12.9	8.7	282.5	12100	42.8
3	21.9	13	8.6	284.7	10800	37.9
4	21.9	12.9	8.3	282.5	10400	3.8
5	21.8	12.9	8.5	281.2	12700	45.2
PROMEDIO						35.54
SEGÚN NORMA E.070					OBTENIDO (Kg/cm²)	
CLASE	Kg/cm²					
Ladrillo I	50				35.54	
Ladrillo II	70				35.54	
Ladrillo III	95				35.54	
Ladrillo IV	130				35.54	
Ladrillo V	180				35.54	

En la Tabla 28, correspondiente a los resultados del ensayo de compresión en unidad de albañilería a los 14 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:3. El promedio de la resistencia de compresión es de 35.54 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo que no clasifica según la N.T.P E.070.

**Tabla 29.** Ensayo de compresión en unidad de albañilería a los 28 días de vida

MUESTRA	DIMESNSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMO (Kg)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm2)
	LARGO	ALTO	ANCHO			
1	22	8.6	12.8	281.6	6300	22.4
2	22	8.5	12.8	281.6	6500	23.1
3	21.9	8.5	13	284.7	4000	14
4	21.9	8.5	12.6	275.9	7000	25.4
5	21.9	8.3	12.8	280.3	6500	23.2
PROMEDIO						21.62
SEGÚN NORMA E.070					OBTENIDO (Kg/cm²)	
CLASE	Kg/cm²					
Ladrillo I	50				21.62	
Ladrillo II	70				21.62	
Ladrillo III	95				21.62	
Ladrillo IV	130				21.62	
Ladrillo V	180				21.62	

En la Tabla 29, correspondiente a los resultados del ensayo de compresión en unidad de albañilería a los 28 días de vida de los ladrillos con un diseño de mezcla 1:3:3. El promedio de la resistencia de compresión es de 21.62 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo que no clasifica según la N.T.P E.070.

## A) ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PILAS DE ALBAÑILERÍA

**Tabla 30.** *Ensayo de compresión en pilas de albañilería a los 14 días de vida*

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR PILAS (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO			
PILA 1	22	13	37.9	286	11700	43.5
PILA 2	22	13	37.6	286	10000	37.1
PILA 3	22	13	37.6	286	9000	33.4
PROMEDIO						38

**Tabla 31.** *Comparación de resultados con la Norma E.070*

	Kg/cm <sup>2</sup>
PROMEDIO	38
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	5.11
f'm	32.89
NORMA E.70	Mínimo 35

Luego de obtener el promedio de los datos de compresión por pilas, como se muestra en la Tabla 30, se procede a restar con la desviación estándar, como se muestra en la Tabla 31, en la que se obtuvo 32.89 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo que; no cumple con lo mínimo ( $f'c = 35 \text{ Kg/cm}^2$ ) establecida en la N.T.P E 0.70.



**Tabla 32:** *Ensayo de compresión en pilas de albañilería a los 28 días de vida*

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR PILAS (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO			
PILA 1	21.4	12.6	3.4	269.6	7600	30.5
PILA 2	21.7	12.6	39.8	273.4	600	26.2
PILA 3	21.8	12.5	39.8	272.5	6400	25.5
PROMEDIO						27.4

**Tabla 33.** *Comparación de resultados con la Norma E.070*

	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>27.4</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>2.71</b>
<b>f'm</b>	<b>24.69</b>
<b>NORMA E.70</b>	<b>Mínimo 35</b>

Luego de obtener el promedio de los datos de compresión por pilas, como se muestra en la Tabla 32, se procede a restar con la desviación estándar, como se muestra en la Tabla 33, en la que se obtuvo 24.69 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo que; no cumple con lo mínimo ( $f'c = 35$  Kg/cm<sup>2</sup>) establecida en la N.T.P E 0.70.

**Tabla 34.** *Compilación de los resultados de la Dosis 1:3:2*

RESULTADOS DE LA DOSIS 1:3:2										
CLASE	14 DÍAS DE VIDA									
	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)						A L A B E O	obtenido	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD kg/cm <sup>2</sup>	obtenido
	Más de 150 mm	obtenido	Hasta 100 mm	obtenido	Hasta 150 mm	obtenido				
LADRILLO I	± 4	- 0.45	± 8	- 1.17	± 6	- 0.77	10	2.4	50	58.96
LADRILLO II	± 4	- 0.45	± 7	- 1.17	± 6	- 0.77	8	2.4	70	58.96
LADRILLO III	± 3	- 0.45	± 5	- 1.17	± 4	- 0.77	6	2.4	95	58.96
LADRILLO IV	± 2	- 0.45	± 4	- 1.17	± 3	- 0.77	4	2.4	130	58.96
LADRILLO V	± 1	- 0.45	± 3	- 1.17	± 2	- 0.77	2	2.4	180	58.96
ABSORCIÓN (No mayor que 12%)	Si cumplió con un 10.1%									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN POR PILAS kg/cm <sup>2</sup> (mínimo 35 kg/cm <sup>2</sup> )	Sí cumplió con un 47.3 kg/cm <sup>2</sup>									
CLASE	28 DÍAS DE VIDA									
	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)						A L A B E O	obtenido	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD kg/cm <sup>2</sup> Hasta 100 mm	obtenido
	Más de 150 mm	obtenido	Hasta 100 mm	obtenido	Hasta 150 mm	obtenido				
LADRILLO I	± 4	- 0.32	± 8	- 5.88	± 6	-0.15	10	2.6	50	98.16
LADRILLO II	± 4	- 0.32	± 7	- 5.88	± 6	-0.15	8	2.6	70	98.16
LADRILLO III	± 3	- 0.32	± 5	- 5.88	± 4	-0.15	6	2.6	95	98.16
LADRILLO IV	± 2	- 0.32	± 4	- 5.88	± 3	-0.15	4	2.6	130	98.16
LADRILLO V	± 1	- 0.32	± 3	- 5.88	± 2	-0.15	2	2.6	180	98.16
ABSORCIÓN (No mayor que 12%)	Si cumplió con un 7.2%									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN POR PILAS kg/cm <sup>2</sup> (mínimo 35 kg/cm <sup>2</sup> )	Sí cumplió con un 67.17 kg/cm <sup>2</sup>									

**Tabla 35.** *Compilación de los resultados de la Dosis 1:3:3*

RESULTADOS DE LA DOSIS 1:3:3										
CLASE	14 DÍAS DE VIDA									
	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)						A L A B E O	obtenido	RESISTENCIA CARACTERÍASTICA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD kg/cm <sup>2</sup>	obtenido
	Más de 150 mm	obtenido	Hasta 100 mm	obtenido	Hasta 150 mm	obtenido				
LADRILLO I	± 4	-0.45	± 8	- 1.18	± 6	- 0.77	10	2.7	50	35.54
LADRILLO II	± 4	-0.45	± 7	- 1.18	± 6	- 0.77	8	2.7	70	35.54
LADRILLO III	± 3	-0.45	± 5	- 1.18	± 4	- 0.77	6	2.7	95	35.54
LADRILLO IV	± 2	-0.45	± 4	- 1.18	± 3	- 0.77	4	2.7	130	35.54
LADRILLO V	± 1	-0.45	± 3	- 1.18	± 2	- 0.77	2	2.7	180	35.54
ABSORCIÓN (No mayor que 12%)	Si cumplió con un 6.9%									
RESISTENCIA CARACTERÍASTICA A COMPRESIÓN POR PILAS kg/cm <sup>2</sup> (mínimo 35 kg/cm <sup>2</sup> )	No cumplió con un 32.89 kg/cm <sup>2</sup>									
CLASE	28 DÍAS DE VIDA									
	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)						A L A B E O	obtenido	RESISTENCIA CARACTERÍASTICA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD kg/cm <sup>2</sup>	obtenido
	Más de 150 mm	obtenido	Hasta 100 mm	obtenido	Hasta 150 mm	obtenido				
LADRILLO I	± 4	-0.68	± 8	-0.94	± 6	-1.15	10	1.5	50	21.62
LADRILLO II	± 4	-0.68	± 7	-0.94	± 6	-1.15	8	1.5	70	21.62
LADRILLO III	± 3	-0.68	± 5	-0.94	± 4	-1.15	6	1.5	95	21.62
LADRILLO IV	± 2	-0.68	± 4	-0.94	± 3	-1.15	4	1.5	130	21.62
LADRILLO V	± 1	-0.68	± 3	-0.94	± 2	-1.15	2	1.5	180	21.62
ABSORCIÓN (No mayor que 12%)	Si cumplió con un 7.2 %									
RESISTENCIA CARACTERÍASTICA A COMPRESIÓN POR PILAS kg/cm <sup>2</sup> (mínimo 35 kg/cm <sup>2</sup> )	No cumplió con un 24.69 Kg/cm <sup>2</sup>									

En las Tablas 34 y 35 se muestran los resultados y clasificación de las dosis 1:3:2 y 1:3:3 con respecto a los 14 y 28 días de vida de los ladrillos a base de vidrio triturado.

**Tabla 36.** Promedio de los resultados de la dosis 1:3:2

RESULTADOS DOSIS 1:3:2										
CLASE	PROMEDIO									
	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)						A L A B E O	obtenido	RESISTENCIA CARACTERÍASTICA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD kg/cm <sup>2</sup>	obtenido
	Más de 150 mm	- obtenido	Hasta 100 mm	- obtenido	Hasta 150 mm	- obtenido				
LADRILLO I	± 4	- 0.39	± 8	- 3.53	± 6	- 0.46	10	2.5	50	78.56
LADRILLO II	± 4	- 0.39	± 7	- 3.53	± 6	- 0.46	8	2.5	70	78.56
LADRILLO III	± 3	- 0.39	± 5	- 3.53	± 4	- 0.46	6	2.5	95	78.56
LADRILLO IV	± 2	- 0.39	± 4	- 3.53	± 3	- 0.46	4	2.5	130	78.56
LADRILLO V	± 1	- 0.39	± 3	- 3.53	± 2	- 0.46	2	2.5	180	78.56
ABSORCIÓN (No mayor que 12%)	Si cumplió con un 8.65%									
RESISTENCIA CARACTERÍASTICA A LA COMPRESIÓN POR PILAS kg/cm <sup>2</sup> (mínimo 35 kg/cm <sup>2</sup> )	Sí cumplió con un 57.24 kg/cm <sup>2</sup>									

En la tabla 36 se puede observar el promedio de las dos repeticiones realizadas a los 14 y 28 días de vida con respecto a la dosis 1:3:2, así mismo las comparaciones de los resultados con la NTP E.070.

**Tabla 37.** Promedio de los resultados de la dosis 1:3:3

RESULTADOS DOSIS 1:3:3										
CLASE	PROMEDIO									
	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)						A L A B E O	obtenido	RESISTENCIA CARACTERÍASTICA A LA COMPRESIÓN POR UNIDAD kg/cm <sup>2</sup>	obtenido
	Más de 150 mm	obtenido	Hasta 100 mm	obtenido	Hasta 150 mm	obtenido				
LADRILLO I	± 4	-0.57	± 8	- 1.06	± 6	- 0.77	10	2.1	50	28.58
LADRILLO II	± 4	-0.57	± 7	- 1.06	± 6	- 0.77	8	2.1	70	28.58
LADRILLO III	± 3	-0.57	± 5	- 1.06	± 4	- 0.77	6	2.1	95	28.58
LADRILLO IV	± 2	-0.57	± 4	- 1.06	± 3	- 0.77	4	2.1	130	28.58
LADRILLO V	± 1	-0.57	± 3	- 1.06	± 2	- 0.77	2	2.1	180	28.58
ABSORCIÓN (No mayor que 22%)	Si cumplió con un 7.05 %									
RESISTENCIA CARACTERÍASTICA A COMPRESIÓN POR PILAS kg/cm <sup>2</sup> (mínimo 35 kg/cm <sup>2</sup> )	No cumplió con un 28.79 kg/cm <sup>2</sup>									

En la tabla 37 se puede observar el promedio de las dos repeticiones realizadas a los 14 y 28 días de vida con respecto a la dosis 1:3:3, así mismo las comparaciones de los resultados con la NTP E.070.

**Tabla 38.** Clasificación de los ladrillos con proporciones de 1:3:2 y 1:3:3

PROPIEDADES	ENSAYOS	SEGÚN NORMA E.070	
		DISEÑO 1: 1:3:2	DISEÑO 2: 1:3:3
FÍSICO	Variación dimensional	LADRILLO IV	LADRILLO V
	Alabeo	LADRILLO IV	LADRILLO V
	Absorción %	Máx. 12%	
		8.65%	7.05 %
MECÁNICA	Resistencia a la compresión por unidad	LADRILLO II	NO CLASIFICAN
	Resistencia a la compresión por pilas	Mínimo 35 kg/cm <sup>2</sup>	
		Sí cumple	No cumple
TIPO DE LADRILLO		LADRILLO II	NO CLASIFICAN

Para determinar la clasificación final de los ladrillos con dosis 1:3:2 y 1:3:3, se utilizaron los resultados más desfavorables de los ensayos realizados. Es así como la Tabla 38 se muestra la clasificación según la NTP E.070, siendo que; los ladrillos con dosis 1:3:2 clasifican como ladrillo clase II y los ladrillos con dosis 1:3:3 no clasificaron a ningún tipo.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el ensayo de granulometría de los vidrios triturados, sí cumplen con la Norma Técnica Peruana 400.012 Análisis granulométrico, ya que esta indica que los agregados gruesos tienen que pasar entre 0 – 10% de la malla N° 4 del tamizado, y en los resultados pasaron solo 3.9% de vidrio triturado. De esta manera los vidrios sí cumplían con la granulometría del agregado grueso, pues ese resultado permitió pasar a la siguiente etapa, que fue la elaboración de los ladrillos; ya que Narayan y Bahadur (2020) indica que el agregado grueso (grava) es el que se utiliza para la mezcla de un ladrillo concreto. Con respecto a los resultados, se puede mejorar al utilizar una máquina trituradora, ya que el procedimiento del triturado se hizo de manera artesanal.

Para los resultados de los análisis de la dosis 1:3:2, como se muestra en la Tabla 34, la mayoría de los ladrillos tienen una clasificación de tipo V, con respecto a variación dimensional, excepto por los resultados obtenidos a los 28 días de vida de los ladrillos, ya que; su altura tiene una variación de 5.88 mm, teniendo una clasificación de tipo II. Estas variaciones se deben a que ha sido elaborado de manera artesanal y pueden ocurrir ciertos cambios que no serán tan precisos como los que son elaborados de manera industrial (Perez, 2016). Por otro lado, Gallardo (2021) menciona que al echar excesiva agua a la mezcla y luego desmoldar los ladrillos, estos quedarán muy húmedos, por ende no tendrán el suficiente soporte, en algunos casos se quebrarán y en otros se disminuirá la dimensión, ya que el agua que se escurre del ladrillo, arrastra parte de la mezcla de manera vertical, provocando que la medida nominal de la altura varíe con respecto a la real. Esto justifica la variación que se tuvo en el ensayo, ya que en la mezcla se agregó demasiada agua para poder obtener la consistencia deseada, cuando en realidad hubo un exceso de este. Para el ensayo del alabeo se tiene la clasificación de Ladrillo V y IV para las dosis 1:3:2 y 1:3:3 respectivamente. Estos resultados no han sido constantes, sin embargo no ha variación demasiado. Castillo y Lopez (2018) indica que el alabeo es a consecuencia del proceso de producción, específicamente para la etapa del desmoldeo, pues muchas veces las esquinas se quedan pegadas en los moldes lo que produce deformaciones en las unidades. Eso es justamente lo que sucedió con la elaboración de los ladrillos, como ya se ha mencionado, todo el proceso

ha sido de manera artesanal, así que; para el desmoldeo se utilizó un palo para golpear la tapa del molde y de esta manera se pueda desprender el ladrillo, y en algunas ocasiones, no se lograba ello con facilidad, así que se tenía que mover el molde mientras se iba desmoldando, de esa manera se provocó el alabeo. Finalizando con los ensayos correspondientes a la propiedad física, se tiene a la absorción, en donde, en ambas repeticiones de análisis se ha cumplido con lo que especifica la NTP E.070, que es una absorción no mayor a 12%, pero de las 2 dosis, el mínimo valor obtenido ha sido de 7.05% de absorción para la dosis 1:3:3. Peña, et al. (2016) indicó que en su investigación, al aumentar contenido de vidrio y el tamaño de las partículas de vidrio empleadas mejoró significativamente las propiedades de absorción de agua. Ello se manifiesta en la presente investigación, se agregó 1 balde de vidrio triturado (25.2 kg) y se confirma que disminuyó 1.60% de absorción de agua.

Con respecto a la propiedad mecánica, se realizó el ensayo de compresión por unidad de albañilería, y de la dosis 1:3:2 y 1:3:3, el que tuvo mejor resultado fue el de 1:3:2 con 78.56 kg/cm<sup>2</sup> clasificándolo como Ladrillo II. Sin embargo, la empresa Aceros Arequipa (2020) menciona que los ladrillos de King concreto deben tener una clasificación de Ladrillo V. No obstante, los resultados obtenidos no son desalentadores, pues están dentro de los parámetros que pide la NTP E.070. Mientras que la dosis 1:3:3 no clasificó a ningún tipo, por lo cual no poseen los estándares de calidad que brinden una resistencia mínima según la norma indicada ya que este obtuvo 28.58 kg/cm<sup>2</sup>. Por último; se realizó el ensayo de compresión por pilas donde los resultados han pasado el mínimo requerido en la NTP E.070 que es de 35kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que los ladrillos no solo se utilizarán para muros sino también este servirá de muro portante, es decir; podrá soportar arcos, vigas y estructura de un edificio, así como lo indica Vásquez (2018) en su trabajo de investigación.

Respecto a los análisis de la dosis 1:3:3 como se muestra en la Tabla 35, todos los ladrillos del ensayo de la variación dimensional, ya sea para los 14 y 28 días de vida, tienen una clasificación de tipo V, si bien es cierto, se corre el riesgo de que haya variaciones en sus dimensiones por ser una elaboración artesanal, pero en este caso; no ocurrió ello como en la dosis anterior. Para esta preparación, se calculó correctamente la cantidad de agua para la mezcla, así



mismo; mientras más ladrillos se elaboraban, se iba teniendo mayor práctica y mejora en el relleno de los moldes. Para el ensayo de absorción, en ambas repeticiones de análisis se ha cumplido con lo que especifica la NTP E.070, que es una absorción no mayor a 22%, pero; de los dos resultados, el mínimo valor obtenido ha sido de 6.2% de absorción. Nuñez (2019) indica que a mayor cantidad de grava en la mezcla, se reduce la absorción. En este caso se aumentó un balde de vidrio triturado, con respecto a la dosis anterior. Finalizando con los ensayos correspondientes a la propiedad física, se tiene el ensayo del alabeo, en donde clasificación es de Ladrillo V. Con respecto a la propiedad mecánica, se realizó el ensayo de compresión por unidad de albañilería, y de los dos análisis que se hicieron ambos fueron clasificados como Ladrillo I. Esto se deduce que al agregar más cantidad de agregado grueso (vidrio triturado), no va en proporción adecuada para el cemento, pues este ya no es suficiente para lograr unir todos los agregados. De esta manera los ladrillos han quedado débiles. Por último; se realizó el ensayo de compresión por pilas, en la que los resultados no cumplen con lo mínimo requerido en la NTP E.070 que es de 35kg/cm<sup>2</sup>.

Como se puede evidenciar, las propiedades físicas han variado por tratarse de una elaboración artesanal, lo cual se puede mejorar los resultados con la práctica y manejo de técnicas en su proceso. De esta manera, la dosis 1:3:2 se clasifica como Tipo II y los ladrillos con dosis 1:3:3 no clasifican, por no estar dentro de los parámetros de resistencia.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se logró elaborar 180 ladrillos a base de vidrios desechables triturados, con procedimiento artesanal y secado a temperatura ambiente por 28 días, con lo cual fueron comparados con los parámetros de la Norma Técnica Peruana E.070.
2. Se analizó la granulometría de los vidrios triturados y los resultados sí cumplieron con la Norma Técnica Peruana 400.012 Análisis granulométrico, pues solo el 3.9% de vidrio triturado, pasó de la malla N°4, indicando que se asemejaron al tamaño de una grava, lo cual el vidrio ha podido reemplazarlo en su totalidad. De esta manera se ha logrado reciclar 240 botellas de vidrio.
3. Se determinó que el diseño de mezcla número 1 es la proporción más adecuada para la elaboración de ladrillos a base de vidrio, teniendo una mezcla de 1:3:2, 1 balde de cemento (21kg) , 3 baldes de arena fina (120 kg) y 2 baldes de vidrio triturado (50.4 kg)
4. Se determinó las propiedades físicas de los ladrillos, teniendo como resultado lo siguiente:

La variación dimensional de los ladrillos con dosis de 1:3:2 se clasificó como Ladrillo IV, ya que tuvo 0.39 mm de largo, 3.53 mm de ancho y 0.4 mm de alto. Para la dosis 1:3:3, se determinó una clasificación de Ladrillo V, ya que presentó 0.57 mm de largo, 2 mm de ancho y 0.77 mm de alto. Con respecto al alabeo se obtuvo 2.5 mm para la dosis 1:3:2 y 2.1 para la dosis 1:3:3, clasificándose como ladrillo tipo IV para la dosis 1:3:2 y tipo V para las dosis 1:3:3.

Con respecto a la absorción de los ladrillos con dosis 1:3:2 y 1:3:3 es de 8.65% y 7.05% respectivamente, lo cual están dentro del rango permitido según la Norma Técnica Peruana E.070

5. Se determinó las propiedades mecánicas teniendo:

Para la resistencia a la compresión por unidad, la dosis 1:3:2 obtuvo 78.56 kg/cm<sup>2</sup>, clasificándolo como Ladrillo II, mientras que la dosis 1:3:3, obtuvo 28.58 kg/cm<sup>2</sup>, no clasificando a ningún tipo de ladrillo, según la Norma Técnica Peruana E.070.

Con respecto a la resistencia a la compresión por pilas; la dosis 1:3:2 y 1:3:3 fueron de 57.24 kg/cm<sup>2</sup> y 28.79 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, la primera dosis se clasificó como ladrillo tipo II, mientras que la segunda dosis no clasificó a ningún tipo de ladrillo, según lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.070.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- ✓ En el fraguado, colocar los ladrillos en una zona que evite tener contacto con el sol o con el viento, ya que estos provocarían un secado prematuro, y con ello disminuir la resistencia de los ladrillos.
- ✓ En el proceso de secado, evitar que los ladrillos queden expuestos directamente al sol, para que estos no tengan fisuras.
- ✓ El área, donde se realizará el desmoldado, debe ser de superficie llana. De esta manera se evitará que los ladrillos sean deformes.
- ✓ La mezcla de agregados debe ser primero en seco, hasta obtener un color uniforme. Seguido a ello se podrá agregar agua.
- ✓ La mezcla no debe quedar muy seca, para evitar que se rompan las unidades al momento de desmoldarlas, y tampoco deben estar muy húmedas para evitar variaciones en las dimensiones de los ladrillos.
- ✓ El riego de los ladrillos deben ser solo por 1 semana, dos veces al día (mañana y tarde).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AHMAD, A. Characteristics of concrete building units containing crushed waste glass por. Tesis (Magister en Gestión de la Construcción y la Ingeniería). Fargo: Universidad de Dakota del Norte, 2014. 73pp. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://library.ndsu.edu/ir/bitstream/handle/10365/27130/Characteristics%20of%20Concrete%20Building%20Units%20Containing%20Crushed%20Waste%20Glass.pdf?sequence=1>
2. Aceros Arequipa [en línea]. Lima: Manual del maestro constructor, 2020. [consulta: 2 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor/los-ladrillos>
3. BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. 3ª ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017. 157 pp.  
Disponible en [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)
4. BARRENZUELA, L. Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil) Piura: Universidad de Piura, 2014. 87pp. [Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1755>
5. Cemento Cibao [en línea]. Lima: cemento, 2017. [consulta: 2 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.cementoscibao.com/>

6. CHAVEZ, C y MILLONES, F. Influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal, distrito de Santa, 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil) Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2018, 263pp. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://181.224.246.201/handle/20.500.12692/31047?locale-attribute=en>
7. CASTILLO, C. y LOPEZ, L. Propiedades del ladrillo de concreto reemplazando a los agregados por residuos de concreto reciclado en el distrito de Nuevo Chimbote. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil) Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2018, 181pp. [Fecha de consulta: 15 de Julio de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41220>
8. Q'UMIR: Reutilización y transformación de botellas de vidrio a vasos por Isabel Chavez [et a.]. Investigación (Bachiller en Administración de empresas) Lima: Universidad Peruana de ciencias Aplicadas, 2019, 102 pp. [Fecha de consulta: 25 de Junio de 2021]. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625532/Chavez\\_oi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625532/Chavez_oi.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
9. ESTOP, A. El reciclaje del vidrio. Agrupación Nacional de la Recuperación. Octubre 2017, (101) 6-8. ISSN 23446-97. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://gremirecuperacio.org/wp-content/uploads/pdf/revista-recupera/101.pdf>
10. FERRER, T y BURBANO, P. Diseño de un material a partir de residuos sólidos plásticos PET por Tesis (Título de Ingeniero Industrial) Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2018. 26pp. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020] Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/45212>

11. GALLARDO, L. Influencia de la ubicación de cocción sobre la variación dimensional, alabeo, absorción, vacíos y compresión en tipo de ladrillo de la ladrillera Huanchaco. Tesis (Título profesional de Ingeniero de Materiales). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2021, 88pp. [Fecha de consulta: 28 de Junio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2492/N10-P472-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
12. GOMES, J. y GOUVEIA, R. Cleaner Production Main Concept and History. In: Cleaner Production. Springer, Cham. [en línea]. julio del 2019, n°2. [Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2020]. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=ouijDwAAQBAJ&printsec=copyright&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=ouijDwAAQBAJ&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
13. GUADALUPE, J. Diseño de ladrillo artesanal con vidrio triturado y puzolana para mejorar sus propiedades físico – mecánicas, Huancayo 2015. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil) Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2019. 374pp. [Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2020] Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/796>
14. GUZMÁN, Iveth. El drama de los residuos sólidos en Lima [en línea]. Correo. 27 de marzo del 2016. [Fecha de consulta: 4 de diciembre del 2020]. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/peru/el-drama-de-los-residuos-solidos-en-lima-662594/#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20Lima%20genera,cuya%20gesti%C3%B3n%20es%20menos%20eficiente.>
15. HARIHARAN y JEBARAJ Manufacture of bricks with partial replacement of clay with waste glass powder [en línea]. Febrero 2018, Vol.6, N°2, Pag. 1-24

- [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020]. Disponible en:  
[https://ijrcar.com/Volume\\_6\\_Issue\\_2/v6i201.pdf](https://ijrcar.com/Volume_6_Issue_2/v6i201.pdf)
16. HISHAM, H. Properties of fired clay bricks Mixed with Waste Glass. Tesis (Maestría en Ciencias en Ingeniería Civil - Diseño y Rehabilitación de Estructuras) Gaza: The Islamic University–Gaza, 2016. 92pp. . [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020] Disponible en :  
<https://library.iugaza.edu.ps/thesis/119619.pdf>
17. HUAMAN, J. Diseño de ladrillo artesanal con vidrio triturado y puzolana para mejorar sus propiedades físico – mecánicas, Huancayo 2015. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil) Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2019. 374pp. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020] Disponible en:  
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/796>
18. INCLUSIVE waste governance and grassroots innovations for social, environmental and economic change por Sebastián Adalberto [et al.]. Chalmers [en línea]. Octubre 2018. [Fecha de consulta: 4 de diciembre del 2020]. Disponible en  
[https://research.chalmers.se/publication/507786/file/507786\\_Fulltext.pdf](https://research.chalmers.se/publication/507786/file/507786_Fulltext.pdf)
19. LÓPEZ. Tratamiento de residuos urbanos o municipales (UF0285). Certificados de profesionalidad. Gestión de residuos urbanos e industriales (SEAG0108) Madrid: Editorial CEP, 2017. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020] Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=h8U-DwAAQBAJ&pg=PA30&dq=vidrio+reciclado&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiBi\\_SFkaPsAhXWHbkGHbGQCwYQ6AEwAnoEC AUQAg#v=onepage&q=vidrio%20reciclado&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=h8U-DwAAQBAJ&pg=PA30&dq=vidrio+reciclado&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiBi_SFkaPsAhXWHbkGHbGQCwYQ6AEwAnoEC AUQAg#v=onepage&q=vidrio%20reciclado&f=false)
20. LULICHAC F. Determinación de las propiedades físico - mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca, Cajamarca 2015. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil) Cajamarca: Universidad Peruana del



Norte, 2015. 176pp. [Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6652>

21. MARUYAMA Ippei e IGARASHI Go. Cement Reaction and Resultant Physical Properties of Cement Paste. Journal of Advanced Concrete Technology [en línea]. mayo del 2014, vol.12, n°2. [Fecha de consulta: 4 de diciembre de 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/263468564\\_Cement\\_Reaction\\_and\\_Resultant\\_Physical\\_Properties\\_of\\_Cement\\_Paste](https://www.researchgate.net/publication/263468564_Cement_Reaction_and_Resultant_Physical_Properties_of_Cement_Paste)
22. NARAYAN I y BAHADUR T. Fatigue damage model of concrete materials [en línea]. agosto del 2020, vol.108 [Fecha de consulta: 30 de octubre del 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/263468564\\_Cement\\_Reaction\\_and\\_Resultant\\_Physical\\_Properties\\_of\\_Cement\\_Paste](https://www.researchgate.net/publication/263468564_Cement_Reaction_and_Resultant_Physical_Properties_of_Cement_Paste)
23. Municipalidad de La Molina, “Primera banca hecha con botellas de vidrio recicladas”. 23 de marzo de 202 [Facebook] <[https://fb.watch/6ufvDQS7\\_A/](https://fb.watch/6ufvDQS7_A/)> [consulta: 30 de junio de 2021]
24. NAVALTA James, y WHITLEY, J y LYONS, Scott. Ethical issues relating to scientific discovery in exercise science. International journal of exercise science [en línea]. 2019, vol. 12. [Fecha de consulta: 4 de diciembre del 2020]. Disponible en <https://digitalcommons.wku.edu/ijes/vol12/iss1/1/>
25. Norma Técnica Peruana 399. 604. INDECOPI, Lima, Perú, 5 de diciembre del 2002.
26. Norma Técnica Peruana 399. 613. INDECOPI, Lima, Perú, 14 de junio del 2005.
27. Norma Técnica Peruana E.070. INDECOPI, Lima, Perú. 2002.

28. NUÑEZ K. Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales fabricados con arcilla y concreto, Cajamarca 2019. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019. 176pp. [Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2020] Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14775>
29. RAJARAMAKRISHNA, R.; KAEWKHAO, Jakrapong. Glass material and their advanced applications [en línea]. julio del 2020. [Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2020]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/334319854\\_Glass\\_material\\_and\\_their\\_advanced\\_applications](https://www.researchgate.net/publication/334319854_Glass_material_and_their_advanced_applications)
30. PEREZ, T. Comportamiento físico- Mecánico del ladrillo de concreto Tipo IV. Tesis (Título profesional de Ingeniero Agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria, 2016, 158pp. [Fecha de consulta: 28 de Junio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2492/N10-P472-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
31. REIS D., Sui, T. y VANDERLEY J. Influence of cement strength glass on environmental impact of concrete [en línea]. agosto del 2020, vol.163, n°7, Pag.123-130 [Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S092134492030392X?token=AF91F551E63E321AA2FD12CB86E51EB23D2F2CC6C4CB5280668825E52554B1633E45B59D1B389FD7325FABB4442B5516>
32. REYES Alvins; PALLEGRINI, Nila y REYES, Rosa. El reciclaje como alternativa de manejo de los residuos en el sector minas de Baruta, Estado Miranda, Venezuela. Redalyc [en línea]. febrero – septiembre 2015, vol. 39, n.º 86 [Fecha de consulta: 4 de diciembre del 2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376144131008.pdf>

33. RINCÓN J. Materias Primas para la industria del vidrio. [en línea]. Instituto E. Torroja de Ciencias de la Construcción. n°2 [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020]. Disponible en: [http://www.ehu.eus/sem/seminario\\_pdf/SEMINARIO\\_SEM\\_2\\_049.pdf](http://www.ehu.eus/sem/seminario_pdf/SEMINARIO_SEM_2_049.pdf)
34. ROJAS Alex. Propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto artesanal elaborado en el distrito de Cutervo, provincia Cutervo, Cajamarca – 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil) Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2018, 152pp. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020]
35. RUIZ D. Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal, Cajamarca- 2015. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2015. 116pp. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020] Disponible: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10524?locale-attribute=en>
36. SINIA. 1 de mayo del 2018. Disponible en <https://sinia.minam.gob.pe/novedades/peru-solo-se-recicla-19-total-residuos-solidos-reaprovechables>
37. SIVENTHIRARAJAH, Yuya; YODA, Yogarajah y ELAKNESWARAN, A. Two-stage model for the prediction of mechanical properties of cement paste, cement and concrete composites [en línea]. Octubre del 2014, vol.115, n°23. [Fecha de consulta: 30 de octubre del 2020]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946520303589>
38. TANTAWI, H. Introduction to Concrete Technology. [en línea]. April del 2015, vol.10. [Fecha de consulta: 2 de diciembre de 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/275464135\\_Introduction\\_to\\_Concrete\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/275464135_Introduction_to_Concrete_Technology)

39. VALDIVIA, J Evaluación de las características físico mecánicas de ladrillos tipo iv compuesto de arena gruesa y de polímeros pet en base a la norma técnica e-070, Cusco 2015. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil) Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2019. 141pp. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2020] Disponible en: [http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/2728/1/Rodrigo\\_Tesis\\_bachiller\\_2019.pdf](http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/2728/1/Rodrigo_Tesis_bachiller_2019.pdf)
40. VÁSQUEZ, P. Efecto de la esbeltez en la compresión axial en pilas de albañilería, Trujillo, La libertad, 2018. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil) Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 106pp. [Fecha de consulta: 12 de julio de 2021] Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34720/vasquez\\_fp.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34720/vasquez_fp.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
41. YANG, Ting. Association between perceived environmental pollution and health among urban and rural residents: a Chinese national study. BMC salud pública [en línea]. febrero 2020, vol. 20, no 1. [Fecha de consulta: 4 de diciembre del 2020]. <https://link.springer.com/article/10.1186/s12889-020-8204-0#citeas>
42. WANG, Meixin. Study on Waste Classification and Recycling of Tourism in Southeast Europe—Take the Statue of Liberty Island. Asecu youth [en línea]. Septiembre 2019. [Fecha de consulta: 4 de diciembre del 2020].

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN


VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDIDAS
VI: Vidrios desechables	El vidrio desechable, al ser recuperado y triturado, se logra fundir para generar nuevos envases, de un solo uso o reutilizables, manteniendo sus propiedades químicas (inercia) al ser reprocesado. (Rajaramakrishna y Kawkhao, 2019).	Los vidrios se evaluaron mediante sus características físicas, y el diseño de mezcla con respecto al cemento y arena gruesa.	Características físicas	Granulometría de vidrios	%
			Diseño de mezcla	<b>Diseño 1:</b> 1:3:2 (cemento: arena gruesa: vidrio)	Lt
				<b>Diseño 2:</b> 1:3:3 (cemento: arena gruesa: vidrio)	

VD: Ladrillos	Los ladrillos son unos de los materiales más antiguos, utilizados en la albañilería. Las características de estas son: prima rectangular y con propiedades resistentes a la compresión (Cemento Cibao, 2017)	Los ladrillos se evaluaron mediante sus propiedades físicas y mecánicas.	Propiedades físicas	Variación dimensional (altura, largo y ancho)	mm
				Alabeo	
				Absorción	%
			Propiedades mecánicas	Compresión unitaria	Kg/cm <sup>2</sup>
				Compresión en pilas	

## **ANEXO 2: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**



## ANEXO 1.2: Análisis granulométrico del vidrio triturado


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA** Nº 016981  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos**  
**INFORME N° S21 - 113**

**SOLICITANTE :** CECILIA TERÁN MEJÍA  
**PROYECTO :** LADRILLO A BASE DE VIDRIOS TRITURADOS  
**UBICACIÓN :** SAN JUAN DE MIRAFLORES  
**FECHA :** 11 DE MARZO 2021

---

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

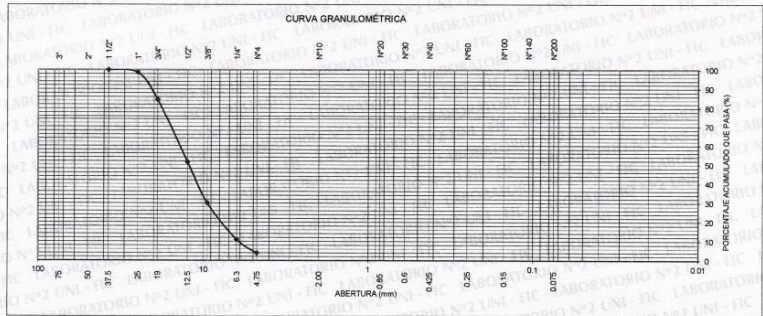
Material : Vidrio triturado

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado Retenido	Pasa
3"	75.000	-	-	-
2"	50.000	-	-	-
1 1/2"	37.500	-	-	100.0
1"	25.000	1.4	1.4	98.6
3/4"	19.000	14.1	15.5	84.5
1/2"	12.500	33.0	48.5	51.5
3/8"	9.500	21.4	70.0	30.0
1/4"	6.300	19.2	89.1	10.9
Nº4	4.750	7.0	96.1	3.9
FONDO		3.9		


% Vidrio 1" - Nº4	96.1
% Vidrio < Nº4	3.9
% Vidrio triturado	100.0

**CURVA GRANULOMÉTRICA**

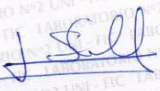


Nota:  
 El material esta compuesto de vidrios fragmentados, se realizó el ensayo a solicitud del cliente.  
 Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.  
 Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. J. Huambo Ch.  
 Aprobación : Ing. L. Shuan L.




**Jefe**  
LABORATORIO  
MECÁNICA DE SUELOS

  
**Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS**  
**Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos**  
**Facultad de Ingeniería Civil - UNI**

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú

Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019

www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms\_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe



**ABET**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission



## ANEXO 2.2: Ensayo de compresión a la unidad de albañilería a los 14 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:2



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

### LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Camera de Ingeniería Civil Acreditada por



---

### INFORME

**Del**

**A**

**Obra**

**Ubicación**

**Asunto**

**Expediente N°**

**Recibo N°**

**Fecha de emisión**

**: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales**

**: CECILIA TERAN MEJIA**

**: ESTUDIO DE TESIS**

**: LOS OLIVOS**

**: Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería**

**: 21-0884-1**

**: 74446**

**: 12/05/2021**

---

**1.0. DE LA MUESTRA**

**2.0. DEL EQUIPO**

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO**

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES**

**5.0. RESULTADOS**

**: Ladrillos de concreto con vidrio tirurado, proporcionados e identificados por el solicitante.**

**: Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO**  
**Certificado de calibración: CMC-046-2020**

**: Norma de referencia NTP 399.604.**  
**Procedimiento interno AT-PR-09.**

**: Temperatura de almacenamiento = 24.6 °C    H.R. = 64.2 %**

**: Fecha de ensayo, 11 de Mayo del 2021**

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
B 1 - 1	22.0	13.0	8.4	286.0	19600	68.5
B 1 - 2	21.8	12.8	8.5	279.0	13500	48.4
B 1 - 3	21.9	12.9	8.6	282.5	15100	53.5
B 1 - 4	22.0	13.0	8.5	286.0	18700	65.4
B 1 - 5	21.9	13.0	8.5	284.7	16800	59.0

**6.0. OBSERVACIONES:**

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.

Técnico : Sr. R.V.M./C.G.

C.V.M.





Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del Laboratorio

**NOTAS:**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**

*La Calidad es nuestro compromiso*

Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú

(511) 381-3343

(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)

[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





## ANEXO 3.2: Ensayo de compresión a la unidad de albañilería a los 28 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:2



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Comisión de Ingeniería Civil Acreditada por



---

### INFORME

**Del**

**A**

**Obra**

**Ubicación**

**Asunto**

**Expediente N°**

**Recibo N°**

**Fecha de emisión**

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

: CARLOS ALVARADO SUSANIBAR

: TRABAJO DE TESIS

: SAN JUAN DE MIRAFLORES

: Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería

: 21-1049-1

: 74616

: 07/06/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA**

**2.0. DEL EQUIPO**

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO**

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES**

**5.0. RESULTADOS**

: Ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.

: Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de calibración: CMC-046-2020

: Norma de referencia NTP 399.604.  
Procedimiento interno AT-PR-09.

: Temperatura de almacenamiento = 20 °C    H.R. = 69 %

: Fecha de ensayo, 06 de Junio del 2021

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
L 1 - 1	21.9	13.1	8.0	286.9	27400	95.5
L 1 - 2	21.9	13.1	8.1	286.9	28600	99.7
L 1 - 3	22.0	13.0	8.0	286.0	26800	93.7
L 1 - 4	21.9	13.0	8.0	284.7	27800	97.6
L 1 - 5	22.0	12.9	8.1	283.8	29600	104.3

**6.0. OBSERVACIONES:**

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.

Técnico : Sr. C.G.A./E.G.V.

C.V.M.

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.



  
**Ing. Rafael Cachay Huamán**  
Jefe (e) del Laboratorio

**NOTAS:**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)  
[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





## ANEXO 4.2: Ensayo de absorción a los 14 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:2



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

### INFORME

**Del**  
**A**  
**Obra**  
**Ubicación**  
**Asunto**  
**Expediente N°**  
**Recibo N°**  
**Fecha de emisión**

**: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales**  
**: CECILIA TERAN MEJIA**  
**: ESTUDIO DE TESIS**  
**: LOS OLIVOS**  
**: Ensayo de Absorción de 24 horas en Unidades de Albañilería**  
**: 21-0884-2**  
**: 74446**  
**: 12/05/2021**

**1.0. DE LA MUESTRA**  
**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO**  
**3.0. CONDICIONES AMBIENTALES**  
**4.0. RESULTADOS**

**: Ladrillos de concreto con vidrio triturado, proporcionados e identificados por el solicitante.**  
**: Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015.**  
**: Procedimiento interno AT-PR-02.**  
**: Temperatura de saturación = 27 °C H.R. = 64.7%**  
**: Fecha de ensayo el 11 de Mayo del 2021**

MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)
B 1 - 1	9.6
B 1 - 2	13.3
B 1 - 3	8.4
B 1 - 4	8.0
B 1 - 5	11.4
Promedio	10.1

**5.0. OBSERVACIONES :**

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por**  
**Técnico**

**: Mag. Ing. C. Villegas M**  
**: Sr. R.V.M./C.G.**

**NOTAS:**  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

  
**Ing. Rafael Cachay Huamán**  
**Jefe (e) del laboratorio**

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
**Laboratorio Certificado ISO 9001**

**Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25**  
**apartado 1301 - Perú**  
**(511) 381-3343**  
**(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046**

**www.lem.uni.edu.pe**  
**lem@uni.edu.pe**  
**Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI**



## ANEXO 5.2: Ensayo de variación dimensional a los 28 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:2



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

### LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

### INFORME

**Del**

**A**

**Obra**

**Ubicación**

**Asunto**

**Expediente N°**

**Recibo N°**

**Fecha de emisión**

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

: CARLOS ALVARADO SUSANIBAR

: TRABAJO DE TESIS

: SAN JUAN DE MIRAFLORES

: Ensayo de Dimensionamiento en Unidades de Albañilería

: 21-1049-2

: 74616

: 07/06/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA**

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO**

**3.0. DIMENSIONAMIENTO**

: Ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.

: Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-04.

: Fecha de ensayo el 04 de Junio del 2021

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
L 1 - 1	21.9	13.1	8.0
L 1 - 2	21.9	13.1	8.0
L 1 - 3	21.9	13.0	8.0
L 1 - 4	21.9	13.0	7.9
L 1 - 5	21.9	12.9	8.0
L 1 - 6	21.9	12.9	8.0
L 1 - 7	22.0	12.9	8.0
L 1 - 8	22.0	13.0	7.9
L 1 - 9	21.9	13.0	8.0
L 1 - 10	22.0	12.9	8.0
PROMEDIO	21.9	13.0	8.0

**4.0. OBSERVACIONES:**

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. C.G.A./E.G.V.

NOTAS:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

  
**Ing. Rafael Caphay Huamán**  
 Jefe (e) del laboratorio

**UNI-LEM**

*La Calidad es nuestro compromiso*

Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú

(511) 381-3343

(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe

lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





## ANEXO 6.2: Ensayo de variación dimensional a los 14 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:2



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  

Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

### INFORME

**Del**  
**A**  
**Obra**  
**Ubicación**  
**Asunto**  
**Expediente N°**  
**Recibo N°**  
**Fecha de emisión**

**: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales**  
**: CECILIA TERAN MEJIA**  
**: ESTUDIO DE TESIS**  
**: LOS OLIVOS**  
**: Ensayo de Dimensionamiento en Unidades de Albañilería**  
**: 21-0884-3**  
**: 74446**  
**: 12/05/2021**

---

**1.0. DE LA MUESTRA**  
  
**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO**  
  
**3.0. DIMENSIONAMIENTO**

**: Ladrillos de concreto con vidrio tirurado, proporcionados e identificados por el solicitante.**  
  
**: Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015. Procedimiento interno AT-PR-04.**  
  
**: Fecha de ensayo el 11 de Mayo del 2021**

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
B 1 - 1	21.9	12.9	8.4
B 1 - 2	21.9	12.8	8.5
B 1 - 3	21.9	12.9	8.5
B 1 - 4	21.9	12.9	8.5
B 1 - 5	21.9	12.8	8.5
B 1 - 6	21.9	12.9	8.5
B 1 - 7	21.9	12.9	8.4
B 1 - 8	21.9	12.9	8.4
B 1 - 9	21.9	12.8	8.4
B 1 - 10	22.0	13.0	8.4
PROMEDIO	21.9	12.9	8.4

**4.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por** : Mag. Ing. C. Villegas M.  
**Técnico** : Sr. R.V.M./C.G.

  
**Ing. Rafael Cáchay Huamán**  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

  
**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

 **Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25**  
**apartado 1301 - Perú**  
 **(511) 381-3343**  
 **(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046**

 **www.lem.uni.edu.pe**  
 **lem@uni.edu.pe**  
 **Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI**





## ANEXO 7.2: Ensayo de alabeo a los 28 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:2



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Cámara de Ingeniería Civil Acreditada por  
Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

### INFORME

**Del**  
**A**  
**Obra**  
**Ubicación**  
**Asunto**  
**Expediente N°**  
**Recibo N°**  
**Fecha de emisión**

**: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales**  
**: CARLOS ALVARADO SUSANIBAR**  
**: TRABAJO DE TESIS**  
**: SAN JUAN DE MIRAFLORES**  
**: Ensayo de Alabeo en Unidades de Albañilería**  
**: 21-1049-3**  
**: 74616**  
**: 07/06/2021**

**1.0. DE LA MUESTRA**  
**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO**  
**3.0. RESULTADOS**

**: Ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.**  
**: Norma de referencia NTP 399.613:2017.**  
**: Procedimiento interno AT-PR-05.**  
**: Fecha de ensayo el 02 de Junio del 2021**

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
L 1 - 1	3
L 1 - 2	3
L 1 - 3	3
L 1 - 4	3
L 1 - 5	2
L 1 - 6	2
L 1 - 7	3
L 1 - 8	2
L 1 - 4	3
L 1 - 5	2

**4.0. OBSERVACIONES :**

**1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.**

**Hecho por**  
**Técnico**

**: Mag. Ing. C. Villegas M.**  
**: Sr. C.G.A./E.G.V.**



  
**Ing. Rafael Cachay Huamán**  
**- Jefe (e) del laboratorio**

**NOTAS:**  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

**Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25**  
**apartado 1301 - Perú**  
**(511) 381-3343**  
**(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046**

**www.lem.uni.edu.pe**  
**lem@uni.edu.pe**  
**Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI**





## ANEXO 8.2: Ensayo de alabeo albañilería a los 14 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:2

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por  
 Engineering Technology Accreditation Commission

---

**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : CECILIA TERAN MEJIA  
**Obra** : ESTUDIO DE TESIS  
**Ubicación** : LOS OLIVOS  
**Asunto** : Ensayo de Alabeo en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-0884-4  
**Recibo N°** : 74446  
**Fecha de emisión** : 22/05/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto con vidrio triturado, proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-05.

**3.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo el 11 de Mayo del 2021

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
B 1 - 1	4
B 1 - 2	4
B 1 - 3	2
B 1 - 4	2
B 1 - 5	2
B 1 - 6	2
B 1 - 7	2
B 1 - 8	2
B 1 - 9	2
B 1 - 10	2

**4.0. OBSERVACIONES :** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. R.V.M./C.G.

Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**  
*La Calidad es nuestro compromiso*  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)  
 [lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



**ANEXO 9.2:** Ensayo de comprensión a la unidad de albañilería a los 28 días de vida de los ladrillos.  
Dosis 1:3:2

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

**INFORME**

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : CARLOS ALVARADO SUSANIBAR  
**Obra** : TRABAJO DE TESIS  
**Ubicación** : SAN JUAN DE MIRAFLORES  
**Asunto** : Ensayo de Absorción de 24 horas en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-1049-4  
**Recibo N°** : 74616  
**Fecha de emisión** : 07/06/2021

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015  
Procedimiento interno AT-PR-02.

**3.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura de saturación = 21 °C H.R. = 72 %

**4.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo el 28 de Mayo del 2021

MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)
L 1 - 1	7.2
L 1 - 2	7.0
L 1 - 3	6.9
L 1 - 4	6.9
L 1 - 5	8.0
Promedio	7.2

**5.0. OBSERVACIONES :** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M  
Técnico : Sr. C.G.A./E.G.V.

Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS**  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.


**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

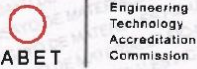


**ANEXO 10.2: Ensayo de compresión por pilas de albañilería a los 14 días de vida de los ladrillos.**  
Dosis 1:3:2



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



---

### INFORME

**Del :** Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A :** CECILIA TERÁN MEJÍA  
**Obra :** ESTUDIO DE TESIS  
**Ubicación :** LOS OLIVOS  
**Asunto :** Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería  
**Expediente N° :** 21-0884-5  
**Recibo N° :** 74446  
**Fecha de emisión :** 26/05/2021

---

**1.0. DE LA PILAS :** Pilas elaboradas con ladrillos de concreto con vidrio triturado, proporcionados e identificados por el solicitante.

Para el mortero de adherencia se utilizó una proporción en volumen de;

Cemento	Arena
1	3

Espesor de junta: 1.0 cm.

**2.0. DEL EQUIPO :** Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de calibración CMC-046-2020

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO :** Normas de referencia NTP 399.605:2018,  
Procedimiento interno AT-PR-08.


**4.0. RESULTADOS :**

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (Kg/cm²)	TIPO DE FALLA
		LARGO	ANCHO	ALTURA					
M - 1 - 1 : Pila	26/05/2021	22.2	12.8	37.6	284	18000	1.07	67.5	No se aprecio las muestras presentaban tarrajeo
M - 1 - 2 : Pila	26/05/2021	22.2	12.8	37.6	284	16800	1.07	63.0	No se aprecio las muestras presentaban tarrajeo
M - 1 - 3 : Pila	26/05/2021	22.0	12.8	36.0	282	12200	1.06	45.8	No se aprecio las muestras presentaban tarrajeo

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Mag. Ing. C. Villegas M.  
: Sres. R. V. M./E.G.V./C.G.A

DIGITADO: C.V.M



Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio


**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras presentadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**  
*La Calidad es nuestro compromiso*  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**ANEXO 11.2:** Ensayo de comprensión por pilas de albañilería a los 28 días de vida de los ladrillos.  
Dosis 1:3:2



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

**INFORME**

**Del**

**A**

**Obra**

**Ubicación**

**Asunto**

**Expediente N°**

**Recibo N°**

**Fecha de emisión**

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

: CARLOS ALVARADO SUSANIBAR

: TRABAJO DE TESIS

: SAN JUAN DE MIRAFLORES

: Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería

: 21-1049-5

: 74616

: 17/06/2021

---

**1.0. DE LA PILAS**

**2.0. DEL EQUIPO**

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO**

**4.0. RESULTADOS**

: Pilas elaboradas con ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.

: Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de calibración CMC-046-2020

: Normas de referencia NTP 399.605:2018.  
Procedimiento interno AT-PR-08

:

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (Kg/cm²)	TIPO DE FALLA
		LARGO	ANCHO	ALTURA					
M - 1 - 1 : Pila	10/06/2021	22.0	13.0	37.1	286	17000	1.06	63.0	No se aprecia las muestras presentaban tarrajeo
M - 1 - 2 : Pila	10/06/2021	22.0	13.0	37.6	286	19200	1.06	71.3	No se aprecia las muestras presentaban tarrajeo
M - 1 - 3 : Pila	10/06/2021	22.0	13.0	36.2	286	18600	1.06	68.6	No se aprecia las muestras presentaban tarrajeo

**5.0. OBSERVACIONES:**

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por Técnico**

: Mag. Ing. C. Villegas M.

: R.V.M./E.G.V.




Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**

*La Calidad es nuestro compromiso*

Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú


(511) 381-3343

(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)

[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





## ANEXO 12.2: Ensayo de absorción a los 14 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:3



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Camara de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET**  
Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

### INFORME

**Del**  
**A**  
**Obra**  
**Ubicación**  
**Asunto**  
**Expediente N°**  
**Recibo N°**  
**Fecha de emisión**

**: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales**  
**: CARLOS ERNESTO ALVARADO SUSANIBAR**  
**: ESTUDIO DE TESIS**  
**: SAN JUAN DE MIRAFLORES**  
**: Ensayo de Absorción de 24 horas en Unidades de Albañilería**  
**: 21-1001-1**  
**: 74567**  
**: 27/05/2021**

**1.0. DE LA MUESTRA**  
**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO**  
**3.0. CONDICIONES AMBIENTALES**  
**4.0. RESULTADOS**

**: Ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.**  
**: Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015. Procedimiento interno AT-PR-02.**  
**: Temperatura de saturación = 24.2 °C H.R. = 67.5%**  
**: Fecha de ensayo el 27 de Mayo del 2021**

MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)
L 1 - 1	6.9
L 1 - 2	7.5
L 1 - 3	6.6
L 1 - 4	6.8
L 1 - 5	6.8
PROMEDIO	6.9

**5.0. OBSERVACIONES :**

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por**  
**Técnico**

**: Mag. Ing. C. Villegas M**  
**: Sres. R.V.M./C.G.A./E.G.V.**



**Ing. Rafael Cachay Huamán**  
**Jefe (e) del laboratorio**

DIGITADO: C.V.M.

**NOTAS:**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
*La Calidad es nuestro compromiso*  
**Laboratorio Certificado ISO 9001**

**Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25**  
**apartado 1301 - Perú**  
**(511) 381-3343**  
**(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046**

**www.lem.uni.edu.pe**  
**lem@uni.edu.pe**  
**Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI!**





## ANEXO 13.2: Ensayo de absorción a los 28 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:3



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Camara de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET**  
Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

### INFORME

Del	: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A	: CECILIA TERAN MEJIA
Obra	: PROYECTO DE TESIS
Ubicación	: LOS OLIVOS
Asunto	: Ensayo de Absorción de 24 horas en Unidades de Albañilería
Expediente N°	: 21-1174-1
Recibo N°	: 74742
Fecha de emisión	: 15/06/2021

---

<b>1.0. DE LA MUESTRA</b>	: Ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.
<b>2.0. MÉTODO DEL ENSAYO</b>	: Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015. Procedimiento interno AT-PR-02.
<b>3.0. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	: Temperatura de saturación = 21 °C H.R. = 64.7%
<b>4.0. RESULTADOS</b>	: Fecha de ensayo el 15 de Junio del 2021

MUESTRA	ABSORCIÓN 24H (%)
L - 1	6.9
L - 2	7.5
L - 3	7.8
L - 4	7.1
L - 5	6.7
Promedio	7.2

---

<b>5.0. OBSERVACIONES :</b>	1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
-----------------------------	---

Hecho por  
Técnico  
DIGITADO POR

: Mag. Ing. C. Villegas M.  
: Sr. E.G.V./C.G.A.  
C.V.M.



Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
*La Calidad es nuestro compromiso*  
**Laboratorio Certificado ISO 9001**

**Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25**  
**apartado 1301 - Perú**  
**(511) 381-3343**  
**(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046**

**www.lem.uni.edu.pe**  
**lem@uni.edu.pe**  
**Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI**





## ANEXO 14.2: Ensayo de variación dimensional a los 14 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:3



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por  

Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

### INFORME

**Del**

**A**

**Obra**

**Ubicación**

**Asunto**

**Expediente N°**

**Recibo N°**

**Fecha de emisión**

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

: CARLOS ERNESTO ALVARADO SUSANIBAR

: ESTUDIO DE TESIS

: SAN JUAN DE MIRAFLORES

: Ensayo de Dimensionamiento en Unidades de Albañilería

: 21-1001-2

: 74567

: 27/05/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA**

: Ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO**

: Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-04.

**3.0. DIMENSIONAMIENTO**

: Fecha de ensayo el 25 de Mayo del 2021

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
L 1 - 1	21.8	13.0	8.5
L 1 - 2	21.9	12.8	8.6
L 1 - 3	21.8	13.0	8.5
L 1 - 4	21.9	12.9	8.3
L 1 - 5	21.8	12.8	8.4
L 1 - 6	22.0	12.7	8.5
L 1 - 7	21.8	12.8	8.4
L 1 - 8	21.9	12.9	8.5
L 1 - 9	21.9	12.9	8.3
L 1 - 10	21.8	12.9	8.3
PROMEDIO	21.9	12.9	8.4

**4.0. OBSERVACIONES:**

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.

Técnico : Sres. R.V.M./C.G.A./E.G.V.

DIGITADO: C.V.M.

  
**Ing. Rafael Cachay Huamán**  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**

La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú

(511) 381-3343

(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)

[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





## ANEXO 15.2: Ensayo de variación dimensional a los 28 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:3



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Camara de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

**A** : CECILIA TERAN MEJIA

**Obra** : PROYECTO DE TESIS

**Ubicación** : LOS OLIVOS

**Asunto** : Ensayo de Dimensionamiento en Unidades de Albañilería

**Expediente N°** : 21-1174-3

**Recibo N°** : 74742

**Fecha de emisión** : 11/06/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA**

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO**

**3.0. DIMENSIONAMIENTO**

: Ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.

: Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015. Procedimiento interno AT-PR-04.

: Fecha de ensayo el 11 de Junio del 2021

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
L 1 - 1	21.9	12.7	8.6
L 1 - 2	21.9	12.8	8.4
L 1 - 3	21.8	12.9	8.3
L 1 - 4	21.9	12.9	8.5
L 1 - 5	21.7	12.8	8.3
L 1 - 6	21.9	12.8	8.3
L 1 - 7	21.9	13.0	8.4
L 1 - 8	21.8	12.9	8.6
L 1 - 9	21.8	12.8	8.4
L 1 - 10	21.9	12.9	8.4
PROMEDIO	21.8	12.8	8.4

**4.0. OBSERVACIONES:**

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.

Técnico : Sr. E.G.V./C.G.A.

DIGITADO POR : C.V.M.

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.




  
**Ing. Rafael Cachay Huamán**  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante

---

**UNI-LEM**  
*La Calidad es nuestro compromiso*  
**Laboratorio Certificado ISO 9001**

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





## ANEXO 16.2: Ensayo de alabeo a los 14 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:3



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



## INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : CARLOS ERNESTO ALVARADO SUSANIBAR  
Obra : ESTUDIO DE TESIS  
Ubicación : SAN JUAN DE MIRAFLORES  
Asunto : Ensayo de Alabeo en Unidades de Albañilería  
Expediente N° : 21-1001-3  
Recibo N° : 74567  
Fecha de emisión : 27/05/2021

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.
- 2.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-05.
- 3.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo el 25 de Mayo del 2021

MUESTRA	ALABEO FINAL (mm)
L 1 - 1	1
L 1 - 2	4
L 1 - 3	3
L 1 - 4	2
L 1 - 5	2
L 1 - 6	2
L 1 - 7	3
L 1 - 8	3
L 1 - 9	3
L 1 - 10	4

**4.0. OBSERVACIONES :** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sres. R.V.M./C.G.A./E.G.V.

DIGITADO: C.V.M.

### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio

**UNI-LEM**

La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI





## ANEXO 17.2: Ensayo de alabeo a los 28 días de vida de los ladrillos. Dosis 1:3:3



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

### LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

**A** : CARLOS ERNESTO ALVARADO SUSANIBAR

**Obra** : ESTUDIO DE TESIS

**Ubicación** : SAN JUAN DE MIRAFLORES

**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería

**Expediente N°** : 21-1001-4

**Recibo N°** : 74567

**Fecha de emisión** : 27/05/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA**

**2.0. DEL EQUIPO**

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO**

**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES**

**5.0. RESULTADOS**

: Ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.

: Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de calibración: CMC-046-2020

: Norma de referencia NTP 399.604.  
Procedimiento interno AT-PR-09.

: Temperatura de almacenamiento = 24.2 °C    H.R. = 67.5 %

: Fecha de ensayo, 27 de Mayo del 2021

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
L 1 - 1	21.8	13.0	8.5	283.4	13600	48.0
L 1 - 2	21.9	12.9	8.7	282.5	12100	42.8
L 1 - 3	21.9	13.0	8.6	284.7	10800	37.9
L 1 - 4	21.9	12.9	8.3	282.5	10400	36.8
L 1 - 5	21.8	12.9	8.5	281.2	12700	45.2

**6.0. OBSERVACIONES:**

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.

Técnico : Sres. R.V.M./C.G.A./E.G.V.

DIGITADO: C.V.M.



Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del Laboratorio

**NOTAS**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**

*La Calidad es nuestro compromiso*

Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú

(511) 381-3343

(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)


[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**ANEXO 18.2:** Ensayo de comprensión a la unidad de albañilería a los 14 días de vida de los ladrillos.  
Dosis 1:3:3



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
 **ABET**  
Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : CECILIA TERAN MEJIA  
**Obra** : PROYECTO DE TESIS  
**Ubicación** : LOS OLIVOS  
**Asunto** : Ensayo de Alabeo en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-1174-2  
**Recibo N°** : 74742  
**Fecha de emisión** : 11/06/2021

**1.0. DE LA MUESTRA** : Ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-05.

**3.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo el 11 de Junio del 2021


MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
L - 1	2
L - 2	1
L - 3	2
L - 4	2
L - 5	1
L - 6	2
L - 7	2
L - 8	1
L - 9	1
L - 10	1



**4.0. OBSERVACIONES :** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por** : Mag. Ing. C. Villegas M.  
**Técnico** : Sr. E.G.V./C.G.A.  
**DIGITADO POR:** C.V.M.

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

 Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

 [www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)  
 [lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**ANEXO 19.2:** Ensayo de comprensión a la unidad de albañilería a los 28 días de vida de los ladrillos.  
Dosis 1:3:3



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por  
 **ABET**  
Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : CECILIA TERAN MEJIA  
**Obra** : PROYECTO DE TESIS  
**Ubicación** : LOS OLIVOS  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 21-1174-4  
**Recibo N°** : 74742  
**Fecha de emisión** : 12/05/2021

---

**1.0. DE LA MUESTRA**  
**2.0. DEL EQUIPO**  
**3.0. MÉTODO DE ENSAYO**  
**4.0. CONDICIONES AMBIENTALES**  
**5.0. RESULTADOS**

: Ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.  
: Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de calibración: CMC-046-2020  
: Norma de referencia NTP 399.604.  
Procedimiento interno AT-PR-09.  
: Temperatura de almacenamiento = 24.6 °C H.R. = 64.2 %  
: Fecha de ensayo, 11 de Junio del 2021

MUESTRAS	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
L - 1	22.0	12.8	8.6	281.6	6300	22.4
L - 2	22.0	12.8	8.5	281.6	6500	23.1
L - 3	21.9	13.0	8.5	284.7	4000	14.0
L - 4	21.9	12.6	8.5	275.9	7000	25.4
L - 5	21.9	12.8	8.3	280.3	6500	23.2

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. E.G.V./C.G.A.  
DIGITADO POR : C.V.M.

  
Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del Laboratorio

**NOTAS:**  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)  
[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI






**ANEXO 20.2:** Ensayo de comprensión por pilas de albañilería a los 14 días de vida de los ladrillos.  
Dosis 1:3:3



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por  
**ABET**  
Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

**INFORME**

Del  
A  
Obra  
Ubicación  
Asunto  
Expediente N°  
Recibo N°  
Fecha de emisión

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
: CARLOS ERNESTO ALVARADO SUSANIBAR  
: ESTUDIO DE TESIS  
: SAN JUAN DE MIRAFLORES  
: Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería  
: 21-1001-5  
: 74567  
: 02/07/2021

1.0. DE LA PILAS

: Pilas elaboradas con ladrillos de concreto con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.  
  
Para el mortero de adherencia se utilizó una proporción en volumen de;

Cemento	Arena
1	4

Espesor de junta. 1.5 cm.

2.0. DEL EQUIPO

: Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de calibración CMC-049-2021

3.0. MÉTODO DE ENSAYO

: Normas de referencia NTP 399.605:2018.  
Procedimiento interno AT-PR-08.

4.0. RESULTADOS

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (Kg/cm²)	TIPO DE FALLA
		LARGO	ANCHO	ALTURA					
M - 1 - 1 : Pila	29/06/2021	22.0	13.0	37.9	286	11700	1.06	43.5	Separación del frente superficial
M - 1 - 2 : Pila	29/06/2021	22.0	13.0	37.6	286	10000	1.06	37.1	Separación del frente superficial
M - 1 - 3 : Pila	29/06/2021	22.0	13.0	37.6	286	9000	1.06	33.4	Separación del frente superficial

5.0. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por  
Técnico


: Mag. Ing. C. Villegas M.  
: R.V.M./E.G.V./C.G.A.

DIGITADO POR

C.V.M.

NOTAS:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.




Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001




Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)  
[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





**ANEXO 21.2:** Ensayo de comprensión por pilas de albañilería a los 28 días de vida de los ladrillos.  
Dosis 1:3:3



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Comité de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

**INFORME**

**Del**

**A**

**Obra**

**Ubicación**

**Asunto**

**Expediente N°**

**Recibo N°**

**Fecha de emisión**

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

: CECILIA TERAN MEJIA

: PROYECTO DE TESIS

: LOS OLIVOS

: Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería

: 21-1174-5

: 74742

: 24/06/2021

---

**1.0. DE LA PILAS** : Pilas elaboradas con ladrillos con agregado de vidrio, proporcionados e identificados por el solicitante.

Para el mortero de adherencia se utilizó una proporción en volumen de;

Cemento	Arena
1	3

Espesor de junta: 1.0 cm.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de calibración CMC-049-2021

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.605:2018.  
Procedimiento interno AT-PR-08.

**4.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (Kg/cm²)	TIPO DE FALLA
		LARGO	ANCHO	ALTURA					
M - 1 - 1 : Pila	24/06/2021	21.4	12.6	39.4	268.6	7600	1.08	30.5	Separación del frente superficial
M - 1 - 2 : Pila	24/06/2021	21.7	12.6	39.8	273.4	6600	1.08	26.2	Separación del frente superficial
M - 1 - 3 : Pila	24/06/2021	21.8	12.5	39.8	272.5	6400	1.09	25.5	Separación del frente superficial


**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico

DIGITADO POR C.V.M.

: Mag. Ing. C. Villegas M.

: C.G.A./E.G.V.



Ing. Rafael Cachay Huamán

Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**

La Calidad es nuestro compromiso

Laboratorio Certificado ISO 9001




Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



## **ANEXO 3: EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS**



### **ANEXO 1.3: Recolección de las botellas de vidrio**



A partir del 24/01/2021 se realizó la recolección de las botellas de vidrio, tanto de vecinos como de familiares. Las recolecciones se hicieron en los distritos de San Juan de Miraflores y Santa Anita.

### **ANEXO 2.3: Almacenamiento de las botellas de vidrio**



Se recolectaron 12 sacos de botellas de vidrio transparente y de colores. Estas fueron almacenadas en el lugar de la elaboración de los ladrillos.

### **ANEXO 3.3: Limpieza de las botellas de vidrio**



En estas fotografías se evidencia el proceso de lavado de las botellas de vidrio. Se limpió dentro de las botellas para asegurarnos de retirar cualquier desperdicio que hubiera. Así mismo, algunas botellas fueron remojadas por 1 hora para facilitar el retiro de las etiquetas.

### **ANEXO 4.3: Botellas limpias**



Al terminar de lavar y enjuagar las botellas de vidrio, estas se dejaron sean por un día, ara que luego sean trituradas.



### **ANEXO 5.3: Trituración de las botellas de vidrio**



Las botellas se metieron en este barril de lata; y luego de aplastarlos con una barrena, estos quedaron triturados.

### **ANEXO 6.3: Muestra a analizar**



Luego de haber triturado las botellas, estos fueron vaciados en costales, cada uno de estos se pesaron con una balanza de mano. Del total que se tenía se sacó el 10%, de esta manera se obtuvo 5.43 Kg de muestra, la cual era la cantidad que fue llevada al laboratorio para el análisis granulométrico por tamizado.

### **ANEXO 7.3: Elaboración de los ladrillos**



Se agregaron las dosificaciones 1:3:2 para el primer bloque y 1:3:3 para el segundo bloque de ladrillos.



En esta foto se observa el mezclado en seco de los materiales.



Luego de asegurarnos que la mezcla en seco estuviera homogénea, se agregó agua poco a poco, hasta que obtuviéramos una mezcla elástica y sin grumos.



Se observa en la foto, el relleno de los moldes con la mezcla.





Se compactó bien la mezcla dentro del molde y luego se procedió a desmoldar en una zona firme, limpia, ventilada y sin contacto directo a los rayos solares.



Se colocaron los ladrillos recién preparados a 2 cm de distancia, y se esperó el proceso de fraguado por un día.



Luego de 1 día de fraguado, comenzó el proceso de curado. Se mantuvo los ladrillos húmedos 2 veces al día, por 1 semana.



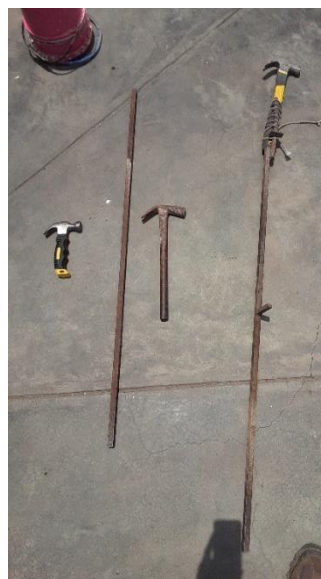
Luego de humedecerlos por 7 días, se dejó secar por 28 días. Los ladrillos fueron separados según sus dosificaciones, así mismo; se ha colocado carteles con las fechas en las que estos fueron realizados y en las que tenían que ser analizadas.

### **ANEXO 8.3: Equipos de seguridad**



Se utilizó durante todo el proceso los implementos de seguridad. Los guantes de jete se utilizaron para el lavado de las botellas, las gafas y casco facial para protegernos de algún vidrio que pudiera caernos a la cara, mientras los triturábamos.

### **ANEXO 9.3: Materiales de trituración**



Martillo y varilla de metal para la trituración de los vidrios

**ANEXO 10.3: Equipos utilizados para el moldeado de los ladrillos**



El molde que se utilizó para los ladrillos, fue de 22cm de largo, 13cm de ancho y 8.5 cm de alto.

**ANEXO 11.3: Análisis de los ladrillos a base de vidrios desechables**



Se dejó las primeras muestras de ladrillo de las dosis 1:3:2 en el Laboratorio de ensayo de materiales – UNI. El día 4 de mayo del 2021.

**ANEXO N° 12.3: Análisis de los ladrillos a base de vidrios desechables**



Se rotuló las muestras, indicando la cantidad de ladrillos y materiales que se dejaban en el laboratorio.




#### ANEXO 4: FECHAS DE ELABORACIÓN, PRUEBA DE LADRILLOS Y RESULTADOS

DOSIS	UNIDADES LADRILLOS	FECHA DE LA ELABORACIÓN	FEHA DE SECADO (28 días)	DÍA DE VIDA DE LOS LADRILLOS	FECHA DE PRUEBA	FECHA DE RESULTADOS	N° DE EXPEDIENTE
1:3:2	45	16/03/2021	20/04/2021	14 días de vida	4/05/2021	24/05/2021	21-0884
	45	17/03/2021	21/04/2021	28 días de vida	24/05/2021	13/06/2021	21-1049
1:3:3	45	30/03/2021	4/05/2021	14 días de vida	18/05/2021	07/06/2021	21-1001
	45	31/03/2021	5/05/2021	28 días de vida	04/06/2021	22/06/2021	21-1174

## **ANEXO 5: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**ANEXO 1.5:** Tabla de resultados del Ensayo granulométrico

% vidrio retenido	
% vidrio que pasa	
% vidrio triturado	
Según NTP E.070	%retenido= 100

Atentamente,  
  
Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308

  
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

  
MARLY DORELLY YHOSEPH  
GONZALES GONZALES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 238600

**ANEXO 2.5:** Tabla de resultados del ensayo de Variación dimensional

FÓRMULA				DIMENSIÓN NOMINAL (cm)		
V=((DN-Dp)/DN) x100				LARGO	ALTO	ANCHO
DN= Dimensión nominal (cm)				22	8.5	13
Dp= Dimensión promedio (cm)						
DIMENSIÓN REAL (cm)				MEDIDAS (cm)	PROMEDIO (cm)	PROMEDIO VARIACIÓN (%)
MUESTRAS	LARGO	ALTO	ANCHO	LARGO		
1						
2						
3						
4				ALTO		
5						
6						
7						
8				ANCHO		
9						
10						
SEGÚN NORMATIVA E.070						
CLASE	Más de 150 mm (largo)		Hasta 100 mm (alto)		Hasta 150 mm (ancho)	
	NORMA	OBTENIDO	NORMA	OBTENIDO	NORMA	OBTENIDO
Ladrillo I	± 4		± 8		± 6	
Ladrillo II	± 4		± 7		± 6	
Ladrillo III	± 3		± 5		± 4	
Ladrillo IV	± 2		± 4		± 3	
Ladrillo V	± 1		± 3		± 2	

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

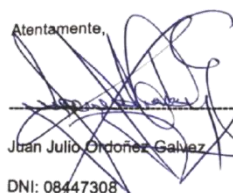
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

MARLY DORELLY YHOSEPH  
GONZALES GONZALES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 238600

**ANEXO 3.5: Tabla de resultados de Análisis de las características físicas:**  
Ensayo de alabeo

ENSAYO DE ALABEO		
MUESTRAS	PROMEDIO CARA SUPERIOR E INFERIOR	
	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
PROMEDIO		
PROMEDIO FINAL CÓNCAVO (mm):		
PROMEDIO FINAL CONVEXO (mm):		
SEGÚN NTP E.070		OBTENIDO (mm)
CLASE	MÁXIMO EN mm	
Ladrillo I	10	
Ladrillo II	8	
Ladrillo III	6	
Ladrillo IV	4	
Ladrillo V	2	

Atentamente,

  
Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308

  
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

  
MARLY DORELLY YHOSEPH  
GONZALES GONZALES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 238600

**ANEXO 4.5:** Tabla de resultados del ensayo de absorción

ABSORCIÓN DE LADRILLOS		
<b>Absorción (%)= ((Ws –Wd)/Wd)/ x100</b>		<b>Ws= peso mojado del ladrillo</b>
		<b>Wd= peso seco del ladrillo</b>
<b>MUESTRAS</b>	<b>ABSORCIÓN (g/cm3)</b>	<b>SEGÚN NTP E.070</b>
		<b>No mayor que 22%</b>
<b>1</b>		
<b>2</b>		
<b>3</b>		
<b>4</b>		
<b>5</b>		
<b>PROMEDIO</b>		

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

*Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar*  
CIP N° 25450

**MARLY DORELLY YHOSEPH**  
**GONZALES GONZALES**  
Ingeniera Civil  
CIP N° 238600



**ANEXO 5.5:** Tabla de resultados del Ensayo de compresión por unidad de albañilería

MUESTRA	DIMESNSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA MÁXIMO (Kg)	COMPRESIÓN (Kg/cm2)
	LARGO	ALTO	ANCHO			
1		8.4	12	286.0	19600	68.5
2		8.5	12.8	279.0	13500	48.4
3		8.6	12.9	282.0	15100	53.5
4		8.5	13	286.0	18700	65.4
5		8.5	13	284.7	15800	59.0
PROMEDIO						58.96
SEÚN NORMA E.070					OBETNIDO (Kg/cm²)	
CLASE	Kg/cm²					
Ladrillo I	50					
Ladrillo II	70					
Ladrillo III	95					
Ladrillo IV	130					
Ladrillo V	180					

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

MARLY DORELLY YHOSEPH  
GONZALES GONZALES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 238600

**ANEXO 6.5:** Tabla de Resultados y promedio del ensayo de compresión por pilas de albañilería

MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTO			
PILA 1						
PILA 2						
PILA 3						
PROMEDIO						

**ANEXO 7.5:** Resultado final de la compresión por pilas de albañilería

	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>PROMEDIO</b>	
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	
<b>f'm</b>	
<b>NORMA E.70</b>	

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

*Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar*  
CIP N° 25450

*MARLY DORELLY YHOSEPH GONZALES GONZALES*  
Ingeniera Civil  
CIP N° 238600

## ANEXO 8: PORCENTAJE DE PLAGIO EN TURNITIN

### Resumen de coincidencias

13 %

< >

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

#### Coincidencias

1	<a href="#">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	5 %	>
2	<a href="#">Entregado a Universida...</a> Trabajo del estudiante	3 %	>
3	<a href="#">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1 %	>
4	<a href="#">Entregado a Universida...</a> Trabajo del estudiante	<1 %	>
5	<a href="#">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %	>
6	<a href="#">Entregado a Universida...</a> Trabajo del estudiante	<1 %	>



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Elaboración de ladrillos a base de vidrios desechables, Lima -  
2021

TESIS PARA OTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL

#### AUTORES:

Alvarado Susanibar, Carlos Ernesto (código ORCID 0000-0001-7563-7960)  
Terán Mejía, Cecilia Isabel (código ORCID 0000-0002-1243-2623)

#### ASESOR:

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (Código ORCID 0000-0003-3536-881X)

#### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos sólidos

LIMA -PERÚ

2021